

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Інститут суспільних наук, адміністрування та права

Кафедра екології

Пояснювальна записка

до дипломної роботи бакалавра на тему:

Гідроекологічна характеристика річки

Смотрич

Виконав: студент групи ЕКз - 51

спеціальності 101 Екологія

Ярина КОШЛА

Керівник: Ігор КУЛЬЧИЦЬКИЙ-ЖИГАЙЛО

Рецензент: Ярослав ГЕНИК

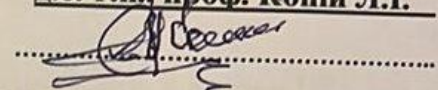
м. Львів – 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Факультет Інститут суспільних наук, адміністрування та права
Кафедра екології
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Спеціальність 101 екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри д.с.-г.н., проф. Копій Л.І.



“20” січня 2026 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Кошлі Ярині Андріївні

1. Тема роботи «Гідроекологічна характеристика річки Смотрич»

керівник проекту Кульчицький-Жигайло Ігор Євгенович, к.с.-г.н., доцент,
затверджені наказом університету від 20.01.2026 року № С-32

2. Термін подання студентом роботи 20.04.2026 р.

3. Вихідні дані до роботи

1. Топографічні карти

2. Матеріали гідрометслужби

3. Гідрохімічні показники води річки Смотрич

4. Зміст пояснювальної записки (розділи, які потрібно розробити)

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. БАСЕЙНОВЕ УПРАВЛІННЯ ГІДРОЛОГІЧНИМ

ТА ГІДРОХІМІЧНИМ РЕЖИМОМ РІЧОК (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЗБОРУ РІЧКИ СМОТРИЧ

РОЗДІЛ 4. ГІДРОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧКИ СМОТРИЧ

РОЗДІЛ 5. ХІМІЧНИЙ СТАН МАСИВІВ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ

СМОТРИЧ

ВИСНОВКИ

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____

1. Схема розташування басейну

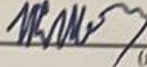
2. Водний баланс річки Смотрич

3. Аналітичні криві забезпеченості витрат води

4. Вміст окремих інгредієнтів у воді р. Смотрич



6. Консультанти розділів роботи

7. Дата видачі завдання _____ 20.01.2026 р. _____

Керівник проекту _____  _____ Кульчицький-Жигайло І.Є.
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	Вступ	01.02.2026	+
1	Огляд літератури	10.02.2026	+
2	Програма методика та об'єкт досліджень	25.02.2026	+
3	Характеристика водозбору	15.03.2026	
3	Гідрологічні розрахунки	28.03. 2026	+
4	Гідрохімічні розрахунки	15.04. 2023	+
	Висновки	20.04. 2026	+

Студент _____  _____ Кошла Я.А.
(підпис)Керівник проекту _____  _____ Кульчицький-Жигайло І.Є.
(підпис)

АНОТАЦІЯ

Кошла Я.А. Гідроекологічна характеристика річки Смотрич

Дипломна робота бакалавра зі спеціальності 101 Екологія – Львів, НЛТУ України. – 2026.

Об'єкт дослідження – екологічний стан малих річок України

Предмет дослідження – гідроекологічна характеристика річки Смотрич

Мета дослідження – вивчення особливостей динаміки водності та гідроекологічного стану масивів поверхневих вод у басейні річки Смотрич

Робота викладена на 64 сторінках, у тому числі 58 сторінок основного тексту і 3 додатки на 6 сторінках. Включає вступ, 5 розділів, висновки, список використаної літератури. Таблиць 12, ілюстрацій 19. Список літератури містить 30 найменувань.

Вивчався гідроекологічний стан річки Смотрич – лівої притоки річки Дністер. Охарактеризовано специфіку ландшафтів басейну річки у верхній та нижній течіях, співвідношення типів землекористування та населені пункти. Проаналізовано гідрологічні особливості – мінімальні і максимальні витрати води за багаторічний період, динаміку водності впродовж року, розраховано максимальні миттєві та меженні витрати води різної забезпеченості. Вивчено хімічні характеристики води масивів поверхневих вод у басейні Смотрича.

Ключові слова: РІЧКА СМОТРИЧ, ВОДОЗБІР РІЧКИ, МАКСИМАЛЬНІ І МЕЖЕННІ ВИТРАТИ ВОДИ, МАСИВИ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД, ГІДРОХІМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

ABSTRACT

Koshla Ya.A. Hydroecological characteristics of the Smotrych River

Bachelor's thesis in the specialty 101 Ecology - Lviv, NLTU of Ukraine. - 2026.

Object of research - ecological state of small rivers of Ukraine

Subject of research - hydroecological characteristics of the Smotrych River

Purpose of research - study of the features of the dynamics of water content and hydroecological state of surface water bodies in the Smotrych River basin

The work is presented on 64 pages, including 58 pages of the main text and 3 appendices on 6 pages. Includes an introduction, 5 sections, conclusions, a list of used literature. Tables 12, illustrations 19. The list of literature contains 30 names.

The hydroecological state of the Smotrych River - the left tributary of the Dniester River - was studied. The specifics of the landscapes of the river basin in the upper and lower reaches, the ratio of land use types and settlements are characterized. Hydrological features were analyzed – minimum and maximum water flows over a multi-year period, water dynamics during the year, maximum instantaneous and minimum water flows of different levels of supply were calculated. The chemical characteristics of water of surface water bodies in the Smotrych basin were studied.

Keywords: SMOTRYCH RIVER, RIVER CATCHMENT, MAXIMUM AND LIMIT WATER FLOWS, SURFACE WATER BODIES, HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. БАСЕЙНОВЕ УПРАВЛІННЯ ГІДРОЛОГІЧНИМ ТА ГІДРОХІМІЧНИМ РЕЖИМОМ РІЧОК (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	9
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ	19
2.1 Програма досліджень.....	19
2.2. Методика досліджень	19
2.3. Об’єкт досліджень.....	21
2.3.1. Гідрологічна мережа району дослідження	21
2.3.2. Загальний опис річки Смотрич.....	21
2.3.3. Геологічні умови формування русла річки	23
2.3.4. Рельєф.....	23
2.3.5. Клімат	23
РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЗБОРУ РІЧКИ СМОТРИЧ.....	26
3.1. Загальна характеристика водозбору річки Смотрич	26
3.2. Масиви поверхневих вод на річці Смотрич	33
РОЗДІЛ 4. ГІДРОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧКИ СМОТРИЧ	35
РОЗДІЛ 5. ХІМІЧНИЙ СТАН МАСИВІВ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ СМОТРИЧ.....	45
5.1. Програма державного моніторингу	45
5.2. Вплив скидів с. Гвардійське та м. Городок на якість води р. Смотрич.....	46
5.3 Динаміка вмісту фосфатів у річці Смотрич вниз за течією.....	49
5.4 Класи екологічного стану МПВ за хімічними та фізико-хімічними показниками	52
ВИСНОВКИ.....	54
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	56
ДОДАТКИ.....	59

ВСТУП

Прісна вода відіграє життєво важливу роль як незамінний природний ресурс і є незамінною для розвитку суспільства.

Оцінка екологічного стану малої річки включає у себе дослідження динаміки її водності за тривалий період (максимальних, меженних витрат води, динаміки об'єму стоку впродовж року) та показників якості води (гідрохімічних, гідробіологічних тощо). Важливо при цьому оцінити умови формування на водозборі річки кількісних і якісних характеристик стоку, вплив на ці процеси антропогенного чинника.

Результати комплексних гідроекологічних досліджень конкретного водного об'єкту є важливими чинниками при прийнятті управлінських рішень щодо подальшої господарської діяльності на території річкового басейну. В Україні для керування використанням водних ресурсів прийнято, як і у більшості європейських країн, басейновий підхід. Він базується на співпраці фахівців і управлінців з багатьох галузей науки і практики, об'єднання зусиль різних громад, землі яких розташовані на даному водозборі. При цьому іноді доводиться не зважати на адміністративний поділ, а обговорювати потреби і можливості їх задоволення для окремих населених пунктів та знаходити компромісні рішення. Екологічна освіта і підвищення обізнаності громадян про важливість дбайливого використання водних ресурсів та сталого управління ними мають у цьому процесі велике значення.

Річка Смотрич є однією з лівих подільських приток Дністра, її басейн значно змінений у процесі багатовікового сільськогосподарського освоєння території, урбанізації та розвитку промисловості. Попередні дослідження показали, що стан річки Смотрич у цілому задовільний, проте потребує здійснення постійних екологічних досліджень, збереження існуючої системи моніторингу. Серед виділених у басейні Смотрича масивів поверхневих вод значна частка віднесена до категорії «істотно змінені».

У даній бакалаврській роботі вивчалися кількісні і якісні показники стоку річки Смотрич як результат дії кліматичних, ґрунтово-геологічних та антропогенних чинників.

Об'єкт дослідження – екологічний стан малих річок України

Предмет дослідження – гідроекологічна характеристика річки Смотрич

Мета дослідження – вивчення особливостей динаміки водності та гідроекологічного стану масивів поверхневих вод у басейні річки Смотрич

РОЗДІЛ 1. БАСЕЙНОВЕ УПРАВЛІННЯ ГІДРОЛОГІЧНИМ ТА ГІДРОХІМІЧНИМ РЕЖИМОМ РІЧОК (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

При інтегрованому управлінні річковим басейном водозбір розглядається як комплексна система з взаємозв'язком між різними компонентами та їх взаємодією. Відбувається встановлення цілей, стратегій та дій для досягнення сталого використання водних ресурсів, включаючи розподіл води та визначення пріоритетів використання, особливо в ситуаціях дефіциту.

Успішне управління водозбором вимагає участі різних зацікавлених сторін, включаючи уряди, місцеві органи влади, неурядові організації та місцеві громади. Воно дозволяє оптимізувати використання води та інших природних ресурсів, забезпечуючи їх довгострокову доступність. При цьому зменшуються ризики, пом'якшуються наслідки екстремальних явищ, таких як повені та посухи, а також відбувається запобігання забрудненню водного середовища. Окрім того полегшується доступ до води для різних споживачів, таких як сільське господарство, промисловість та комунальне господарство [12].

Перш за все розробляються плани управління водозбором – документи, що встановлюють цілі, стратегії та дії щодо управління водними ресурсами в конкретному басейні. Передбачаються заходи, спрямовані на захист та покращення стану річкових екосистем, відновлення прибережних зон, створення річкових природних заповідників тощо.

Підтримання хорошого гідроекологічного стану річок та їх басейнів передбачає управління кількісними і якісними характеристиками водних ресурсів. Слід по можливості не допускати стихійних лих, зумовлених особливо високою водністю та запобігати забрудненню водного середовища понад встановлені норми [15].

Запобігання повеням у часи зміни клімату є особливо важливим завданням. Механізм формування повеней наступний. Коли дощ потрапляє на поверхню землі, частина його просочується в землю, тимчасово зберігається там і сприяє утворенню ґрунтових вод. Інша частина випаровується, а решта

стікає по поверхні землі у водні шляхи як поверхневий стік. Кількість опадів, що просочуються в землю, залежить від властивостей ґрунту в водозбірній зоні річки: якщо ґрунт насичений водою, бо дощ іде вже кілька днів, або якщо земля замерзла, то майже всі опади стікають у струмки, річки та озера.

Тривалі, затяжні періоди постійних дощів – можливо, у поєднанні з таненням снігу – призводять до підвищення рівня води у великих річках, оскільки вода з багатьох приток і струмків у водозбірній зоні стікається до головного русла. Розмір русла річки визначає кількість води, яку водостік може поглинути. Тільки коли ця ємність вичерпується, річка виходить з берегів, що призводить до повені. Взимку ризик повеней часто зростає, оскільки крижини, що плавають на воді, заклинюють, наприклад, біля мостів, тим самим перегороджуючи воду в річці. Якщо дощ падає на замерзлий ґрунт, він не може просочуватися в землю, що ще більше посилює ризик повеней [3].

Локальні сильні опади часто призводять до швидкого розливу невеликих струмків і річок, вони потенційно можуть перерости в раптові повені з великою руйнівною силою. Характер водозбору річки важливий для форми паводкових хвиль. Якщо водозбір круглий, вода з усіх її частин стікає одночасно. Це утворює коротку та дуже круту хвилю паводку. Натомість, вода з видовжених водозбірних ділянок тече більш плоскою, стійкою хвилею.

Хоча повені є природним явищем, люди впливають на ймовірність виникнення повені, її перебіг та масштаби її наслідків. Значну роль відіграє також зміна клімату. Використання людиною викопного палива, (вугілля, нафта чи газ), призвело до помітного збільшення за останні десятиліття викидів вуглекислого газу (CO_2) та інших парникових газів, що завдають шкоди клімату. В результаті підвищення температури Землі призводить до посилення та прискорення кругообігу води. Це пояснюється тим, що чим вища температура в атмосфері, тим більше води може випаровуватися та знову випадати у вигляді опадів. Однак зміна кількості опадів розподіляється нерівномірно протягом року. Якщо випадає більше дощів, зростає ризик повеней. Особливу роль тут відіграють екстремальні опади [28].

Незважаючи на вжиті заходи для захисту клімату, очікується, що поточні та майбутні викиди парникових газів – залежно від кліматичної моделі та сценарію викидів – призведуть до підвищення температури в Європі ще на 1,6–3,6°C до 2080 року. Регіональний розподіл опадів також, ймовірно, зміниться, хоча думки щодо цього все ще дуже невизначені. Очікується, що опади випадатимуть більше у вигляді дощу та менше у вигляді снігу, взимку сильні опади стають частішими та інтенсивнішими. Це збільшує ризик повеней взимку та навесні [19].

Характер землекористування також важливий чинник. Ландшафт Європи стає все більш урбанізованим, а ґрунти все більше ущільнюються. Це обмежує здатність ґрунту поглинати дощову воду. Вода стікає з поверхні ґрунту або потрапляє в струмки та річки через дренажні труби та каналізацію і не може просочуватися в ґрунт. На таких площах немає або є лише обмежене утримання води.

Для створення земель для сільського господарства протягом багатьох десятиліть впроваджувалися масштабні заходи з покращення ґрунту: цілеспрямоване осушення ґрунтів, наприклад, за допомогою дренажних систем. Це, поряд зі все більш інтенсивним землеробством, змінило властивості рослинності та ґрунту. Наприклад, вода легко просочується в розпушений ґрунт. Використання важкої сільськогосподарської техніки ущільнює ґрунт, постійно порушує його структуру і таким чином робить його менш проникним [23].

Рослинність також важлива для утримання води на сільськогосподарських угіддях. Цілорічний ґрунтовий покрив, такий як постійні луки, зменшує стік з поверхні ґрунту. Вирощування покривних культур або використання мульчі, тобто рослинних залишків, що залишаються на ґрунті, мають такий самий ефект. На лісових угіддях густота лісів має вирішальне значення для утримання води.

Тривале збільшення площі земель, що використовуються для поселення та транспорту, також впливає на виникнення повеней, бо зони інфільтрації

дощової води зменшуються. У мегаполісах, таких як центральні частини міст, частка поселень та транспортних зон може зростати до понад 50%, а в деяких випадках майже до 70%. Приблизно половина цієї площі є герметичною [25].

Протягом багатьох десятиліть природні заплави – так звані утримувальні простори – зменшувалися. Під час повені залишається менше площі для розтікання води, що виходить з берегів. Також змінилася поведінка стоку водних шляхів, яка адаптована до сезонного ритму – швидкість течії збільшилася.

Причинами цього є збільшення кількості дамб (щоб люди могли будувати свої будинки безпосередньо на річках), освоєння сільськогосподарських угідь на родючих заплавах ділянках та перетворення річок на судноплавні. Зокрема, будівництво дамб неминуче призвело до значної втрати заплавної рослинності, яка адаптована до тимчасових повеней та залежить від них.

На сьогодні екологами обґрунтовується послідовний захист збереженого стану водостоків та заплав від погіршення. Зрозуміло, що ті ділянки водостоків та заплав, які були збережені в природному або близькому до природного стану, повинні бути дуже ретельно захищені. З огляду на значний ступінь деградації водостоків та заплав внаслідок технічних модифікацій, ділянки, що збереглися в хорошому стані, являють собою дуже цінні частини природи та ландшафту, які більше не повинні бути пошкоджені. Ця вимога застосовується загалом – вона не стосується, наприклад, лише ділянок водостоків, що розташовані в особливо охоронюваних зонах або на яких зустрічаються особливо охоронювані види організмів. Необхідно подолати старий підхід, згідно з яким цінними вважалася лише ті ділянки водостоків, в які здійснювалися інвестиції у вигляді технічних модифікацій та інших гідротехнічних споруд, тоді як незмінені ділянки сприймалися переважно як простір для можливих будівельних заходів. Навпаки, природні та близькі до природних ділянок потоків, річок та їх заплав є одними з основ як екологічної стабільності ландшафту, так і водогосподарської стабільності річкового басейну [29].

Вимога не погіршення стану підтримується Європейською водною рамковою директивою [4]. Однак це стосується не лише ділянок, що збереглися в хорошому стані. Це передбачає загальну заборону на погіршення стану будь-яких ділянок водостоків та зобов'язання покращувати ті водостоки, які перебувають у незадовільному стані.

Звісно, вимоги щодо не погіршення стану не можна тлумачити абсолютно. Життя людини в культурному ландшафті все ще робить певні втручання, які не сприяють екологічному стану водостоків, необхідними сьогодні. Однак такі втручання повинні бути індивідуальними, відбуватися лише за крайньої необхідності та завжди бути достатньо обґрунтованими. На жаль, навіть сьогодні існує тенденція до негативних втручань, які не завжди є необхідними та достатньо обґрунтованими.

Сучасні загрози представлені планами будівництва нових водосховищ або нових водосховищ з гідроелектростанціями. У своїх заявах щодо цих планів адміністрація водостоку не повинна односторонньо звертати увагу лише на використання енергії, але й повинна враховувати сукупність негативних наслідків, які становлять греблі та затоплення територій.

У комплексі заходів боротьби з повенями та їх контролю іноді створюються проекти, які є дорогими і односторонніми та далекими від сучасних тенденцій управління водостоками. У деяких випадках вони спрямовані лише на локальний захисний ефект і несприятливо концентрують та прискорюють поширення повеней до інших частин русел річок. Якщо подальші модифікації водостоків видаються необхідними, їх ефективність має бути переконливо продемонстрована видимим впливом на захист існуючої забудови. Водночас слід вибирати рішення, які також використовують природні механізми для зменшення виникнення та перебігу повеней і максимально поважають природні функції русел річок.

Необхідно дотримуватися умов захисту водостоків та заплав як значущих елементів ландшафту, а потенційно руйнівні втручання в навколишнє середовище водостоків та заплав не повинні здійснюватися без згоди органу

охорони природи. Однак сучасне управління водостоками не може задовольнятися лише пасивним виконанням таких вимог, які є частковими за своєю природою та недосконалыми за своєю ефективністю. Принцип непогіршення морфологічного та екологічного стану водостоків має застосовуватися активно в усіх сферах управління водостоками [26].

Необхідні негативні втручання можуть здійснюватися лише у виняткових випадках, лише у виправданому обсязі, з найменшим можливим негативним впливом та з належною компенсацією. Можуть виникнути ситуації, коли переважання соціальних інтересів робить певне технічне втручання необхідним, що пошкоджує морфологічний та екологічний стан водостоку. Такі втручання повинні виконуватися максимально обережним та природним чином, враховуючи місцеві умови. Наприклад, може бути необхідною стабілізація берега, руйнування якого загрожуватиме деякій частині забудови, комунікації тощо. У цьому випадку доцільно віддати перевагу пластичній конструкції з кам'яних відходів або плоскої поверхні, а не жорсткій мурованій конструкції. Це також може бути сприятливим з точки зору довговічності даної конструкції, яка повинна мати певну здатність адаптуватися до відносно мінливого середовища русла водостоку.

Стара концепція по суті передбачала, що управління річками має своєрідний загальний дозвіл на проведення порушень у навколишньому середовищі струмків, річок та заплав і поступається інтересам охорони природи та ландшафту лише в окремих випадках, обґрунтованих особливими інтересами, наприклад, появою особливо охоронюваних видів організмів. В екологічно орієнтованому управлінні водостоками все навпаки – захист сприятливого екологічного стану річкового середовища є загальною та пріоритетною вимогою. Будь-які порушення можуть здійснюватися лише у виняткових випадках і повинні бути окремо обґрунтовані в кожному окремому випадку. Необхідні негативні втручання в річкове середовище повинні бути належним чином компенсовані [30].

Важливим є контроль забруднення – комплекс заходів щодо запобігання та зменшення забруднення води, включаючи управління відходами та очищення стічних вод. Забруднення води відбувається, коли шкідливі речовини потрапляють у водні об'єкти, що робить воду небезпечною для споживання людиною та спричиняє порушення водних екосистем. Забезпечення доступу до безпечної питної води є надзвичайно важливим для здоров'я людини в усьому світі [10].

Викид побутових та промислових стічних вод, витіки з резервуарів для води, радіоактивні відходи та атмосферні опади є основними чинниками забруднення води. Скидання важких металів та промислових відходів в озера та річки може призвести до їх накопичення, що створює загрозу як для здоров'я людини, так і для благополуччя тварин.

Інші потенційні загрози включають вплив патогенів або хімічних токсикантів через харчовий ланцюг. Забруднення води характеризується наявністю хімічних, фізичних або біологічних елементів, які створюють стан деградації в певному водному об'єкті, перешкоджаючи його цільовому корисному використанню [27].

Ступінь забруднення, необхідний для того, щоб поставити під загрозу водний об'єкт, значно варіює залежно від таких факторів, як тип водного об'єкта, його географічне розташування та різноманітні способи його використання. Різні забруднювачі води були класифіковані на окремі категорії, включаючи неорганічні забруднювачі, органічні забруднювачі, патогени, теплове забруднення та радіоактивні забруднювачі.

Забруднення води є значною глобальною проблемою, спричиненою промисловою, сільськогосподарською та урбаністичною діяльністю, що створює суттєві загрози як для здоров'я населення, так і для навколишнього середовища. Країни, що розвиваються, такі як Індія, стикаються з проблемою забруднення води в результаті швидкого економічного розвитку без достатньої інфраструктури екологічного менеджменту. Забруднення перешкоджає розвитку і вимагає більш комплексного підходу до ефективного управління [2].

Забруднення води може виникати з двох різних джерел: точкових і дифузних. Точкові джерела забруднення можна ідентифікувати та вони мають пряме походження. Це стічні води з муніципальних і промислових джерел та скиди зливової каналізації. Насамперед вони впливають на воду у безпосередній близькості до місця їхнього викиду. Забруднювачі можуть походити з певного джерела, такого як труба, що скидає стічні води або інші речовини з заводу у водойму. Неналежне управління промисловими та каналізаційними стічними водами є значним фактором забруднення річкових вод.

Неточкове джерело забруднення (НДД) – це тип забруднення, коли ні походження, ні розмір конкретних викидів неможливо легко спостерігати або точно ідентифікувати. Прикладами є стік із сільськогосподарських полів, міські відходи тощо. Іноді забруднення, яке потрапляє в навколишнє середовище в одному місці, має вплив за сотні або навіть тисячі кілометрів. Це відомо як транскордонне забруднення [10].

Сільськогосподарський стік зумовлює скид агрохімікатів у поверхневі води. Застосування гною тварин, мінеральних добрив та пестицидів у сільському господарстві призводить до забруднення як ґрунту, так і води.

Штучні водно-болотні угіддя (ШВУ) стали широко використовуваним, економічно та енергоефективним методом зменшення забруднення сільськогосподарським стоком. ШВУ, демонструючи ефективність у видаленні забруднюючих речовин із сільськогосподарського стоку, включаючи азот, фосфор та пестициди, пропонують кілька екологічних та економічних переваг. Ці водно-болотні угіддя створюють сприятливі умови для мікробного біорозкладу та видалення поживних речовин. Головна мета полягає в пом'якшенні токсичного впливу пестицидів та поживних речовин в екосистемах та в управлінні евтрофікацією, спричиненою сільськогосподарськими стоками.

Міські стоки є суттєвим джерелом забруднюючих речовин, включаючи мікропластик та наночастинки, що потрапляють у поверхневі води. Ці стоки можуть вносити метали, органічні сполуки та інші забруднювачі у водне

середовище. Концентрація та склад цих забруднюючих речовин у міських стоках залежать від таких факторів, як характеристики водозбірних басейнів, типи землекористування та кількість опадів.

Враховуючи, що зливові стоки часто скидаються без очищення у водоприймачі, це становить значну загрозу для якості води. Всебічне розуміння часового та просторового розподілу забруднюючих речовин у міських стоках є життєво важливим для ефективного контролю та регулювання забруднення стоками. Зокрема, вирішення проблеми забруднення мікропластиком вимагає цілеспрямованих зусиль у великих урбанізованих водозбірних басейнах. По суті, міські стоки є складним завданням, що вимагає уваги та управління для збереження якості води в міських районах. Рівень забруднюючих речовин у міському стоці може коливатися протягом паводку, що створює проблеми в їх управлінні та очищенні.

На характеристики зливового стоку впливає різноманітний характер міських територій, коливання клімату та низка видів діяльності, що відбуваються у водозбірному басейні [19].

Зростаюче занепокоєння щодо нових забруднювачів у воді пов'язане з їх шкідливим впливом як на водні екосистеми, так і на добробут людини. Ці забруднювачі охоплюють різноманітні речовини, включаючи фармацевтичні препарати, пестициди, важкі метали та синтетичні наноматеріали, які потрапляють у навколишнє середовище через різні джерела, зокрема промислові та фармацевтичні відходи, муніципальні стічні води, сільськогосподарську практику та діяльність людини [21]. Зміна клімату може ще більше посилити наслідки цих забруднювачів, впливаючи на їхнє переміщення та розподіл.

Існування нових забруднювачів у джерелах води створює труднощі для водоочисних споруд та ставить під загрозу цілісність систем водопостачання. Вкрай важливо провести ретельне дослідження довгострокового впливу цих забруднювачів на здоров'я та розробити відповідні технології очищення води для захисту водопостачання. Примітно, що харчова та пакувальна

промисловість вважаються значними джерелами нових забруднювачів води, вносячи такі полютанти, як агрохімікати, антибіотики та органічні сполуки. По суті, вирішення проблеми нових забруднювачів у воді вимагає всебічного розуміння їхнього походження, долі та потенційних ризиків.

Оцінку якості води у річці Смотрич здійснено під час екологічних досліджень з вивчення стану вод Поділля. Різними науковими колективами аналізувалися фізико-хімічні показники вод та їх зміни під впливом антропогенних втручань. Основну увагу було приділено оцінці рН, вмісту розчиненого кисню, хімічному (ХСК) та біохімічному (БСК) споживанню кисню, концентрації фосфатів, нітратів, сульфатів, а також загальній мінералізації. Проте багато аспектів гідрологічного та гідрохімічного режиму вимагають подальшого вивчення.

Тому гідроекологічний стан річки Смотрич потребує поглиблених комплексних досліджень.

РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Програма досліджень

З метою вивчення водозбору річки Смотрич і її гідрологічного та гідрохімічного стану було передбачено:

1. Вивчення гідроекологічної фахової літератури.
2. Виділення річкового басейну Смотрича і вивчення його морфометричних характеристик.
3. Аналіз геоморфометричних, кліматичних і антропогенних факторів впливу на формування стоку.
4. Вивчення гідрологічного режиму річки Смотрич.
5. Аналіз гідрохімічних характеристик річки Смотрич.

2.2. Методика досліджень

Виділення поверхневого водозбору досліджуваної річки, вивчення його морфометричних характеристик здійснено з використанням загальноприйнятих у гідрології методик.

Аналіз специфічних чинників формування стоку води з водозбору проводився на основі вивчення кліматичних та геоморфологічних особливостей території. Антропогенні об'єкти, зокрема населені пункти різних типів визначалися з електронних карт.

Для вивчення динаміки стоку води річки визначено розташування гідрометричних постів на ній і використано їх матеріали. Розраховувались аналітичні криві забезпеченості для різних характерних витрат, порівнювався стік дощових паводків та весняних водопіль. Вивчення складових водного балансу проведено на основі матеріалів, які опубліковані на сайті Державного агентства водних ресурсів (ДАВР) України у вільному доступі [1,7]. Гідрохімічні характеристики річки Смотрич та масивів поверхневих вод на її водозборі аналізувались на основі даних моніторингу поверхневих вод [8], які

здійснює ДАВР України, сайту «Екобот» [24], а також за матеріалами сайту «Чиста вода» (рис. 2.1, рис. 2.2).

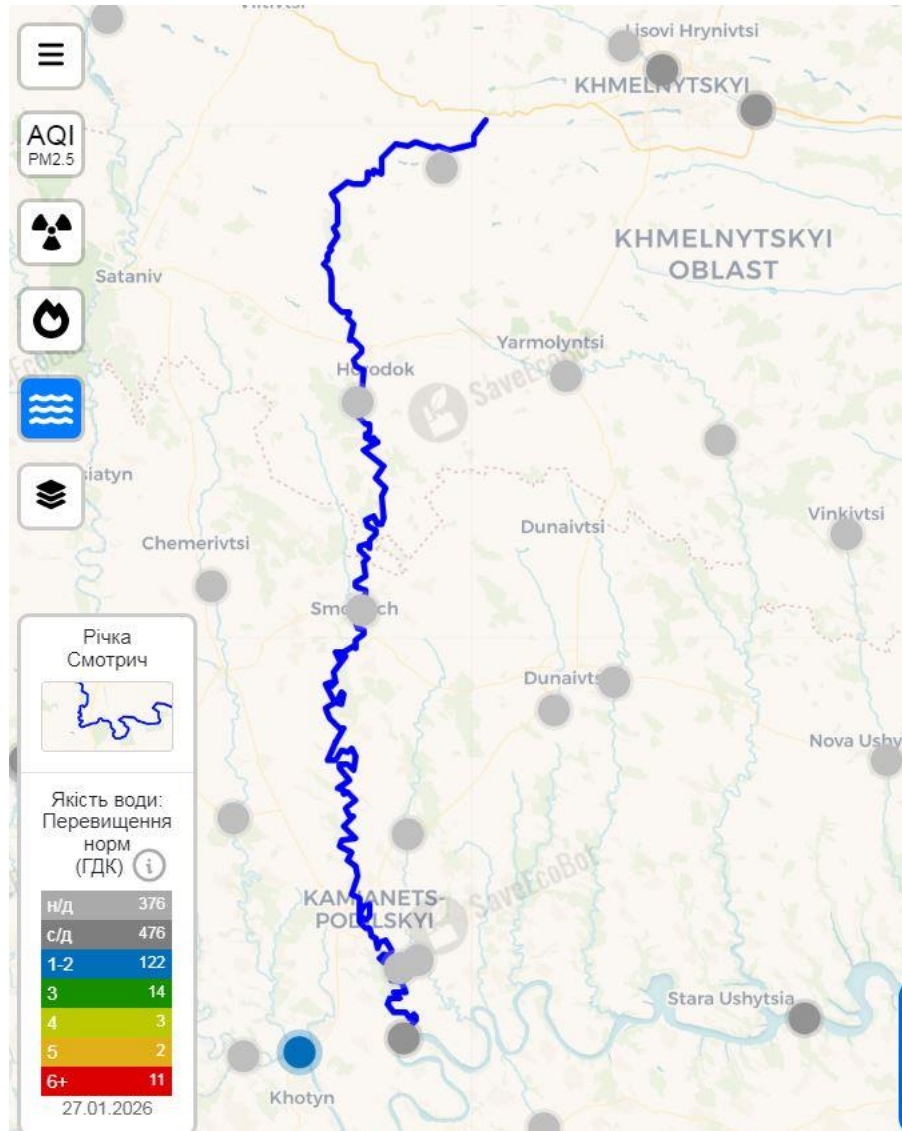


Рис. 2.1. Карта сайту «Екобот»



Рис. 2.2. Карта сайту «Чиста вода»

2.3. Об'єкт досліджень

2.3.1. Гідрологічна мережа району дослідження

Річкова мережа регіону представлена водостоками трьох основних басейнів: Дністра, який охоплює 7,75 тис. км²; Дніпра – 8,24 тис. км² та Південного Бугу, площею 4,62 тис. км².

На Поділлі у Дністер з лівого боку впадають Збруч, Смотрич, Жванчик, Ущиця, Тернава, Калнос і інші притоки. Незважаючи на те, що у живленні Дністра вони відіграють другорядну роль, ці річки мають певне значення для водного балансу регіону, зокрема його південної частини. Річки за багато століть виробили глибокі каньйоноподібні долини, розкрили горизонти підземних вод. Численні джерела, які живлять річки, становлять до 40% загального стоку [16, 20].

Густота річкової мережі 0,53 км/км². Всього річок у басейні 262, їх загальна довжина 923 км. Річок довжиною 10 – 50 км є 15, а довжиною до 10 км – 246. Такий характер річкової системи визначає внесок водостоків у гідрологічний ландшафт.

2.3.2. Загальний опис річки Смотрич

Річка Смотрич належить до найбільших приток річки Дністер. Вона має значення для підтримання біорізноманіття, забезпечення водопостачання, рекреаційної діяльності. Смотрич вважається однією з найкрасивіших малих річок Хмельницької області. Вона майже меридіонально протікає з півночі на південь (окрім верхньої течії).

Смотрич займає друге місце між подільських приток Дністра, як за площею басейну, так і за довжиною (рис. 2.3). Річка починається з джерела біля села Андрійківці. У верхів'ї річкова долина Смотрича є широкою, заболоченою і неглибокою, але вже біля міста Городок вона глибше врізається, її схили стають більш крутими та скелястими, а біля села Купин утворився невеликий водоспад. Довжина річки 167 км, площа річкового басейну 1800 км², ухил русла 1,32 ‰.

Швидкість течії 0,2 — 0,6 м/с, на порожистих ділянках — 1,0 — 2,0 м/с. Дно у верхів'ї (до с. Кузьмин) мулисте, нижче піщано-галькове, в плесах і ставках замулене.

Річка перетинає Товтровий кряж поблизу Карачківців в глибокій долині (100-120 м). Далше долина стає більш звивистою і утворює багато крутих меандр, окремі з яких майже зникаються та утворюють у річковій долині острови. На одному з них розташовується частина Кам'янець-Подільського історичного заповідника.

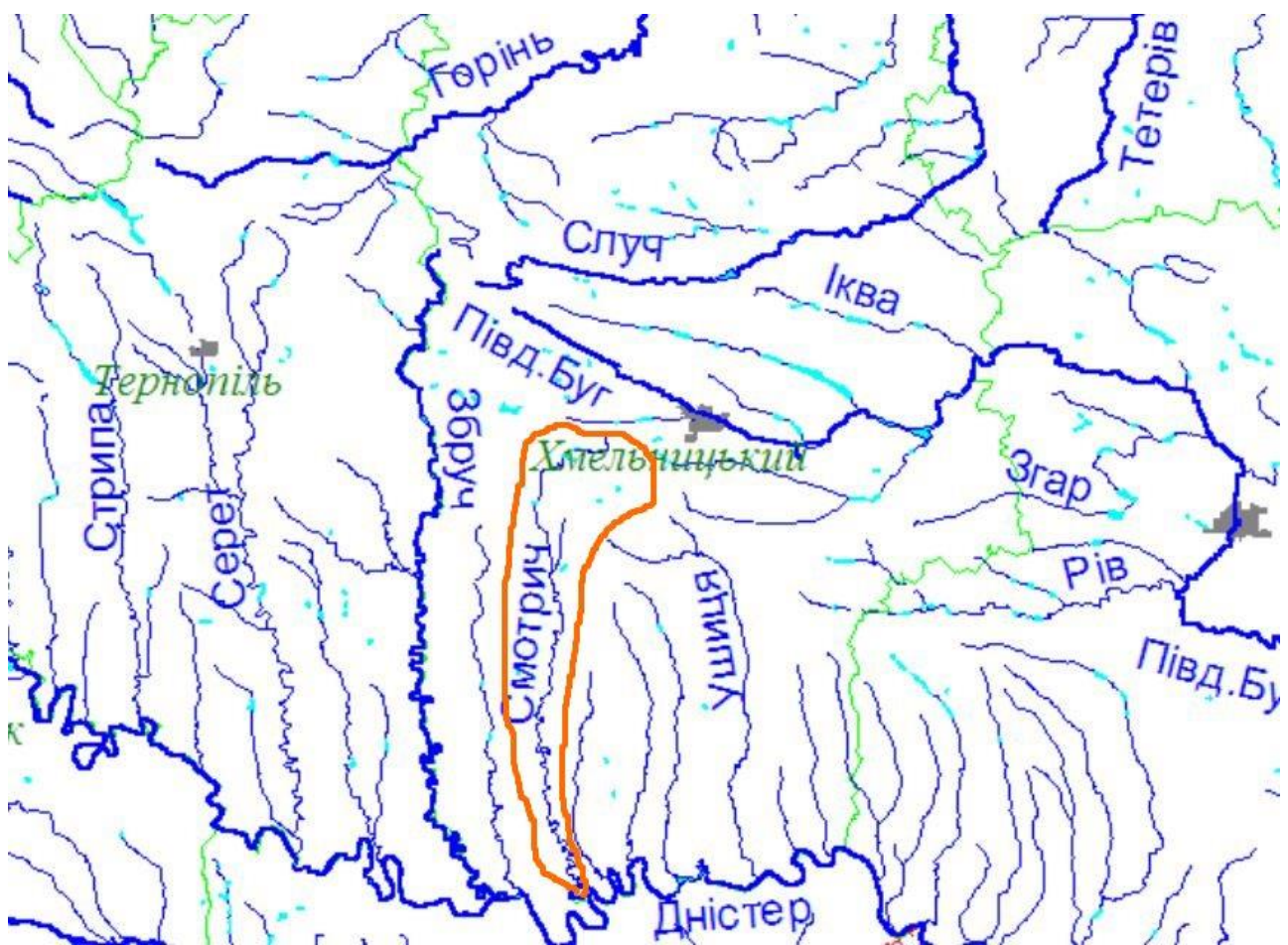


Рис. 2.3. Басейн річки Смотрич серед інших подільських приток Дністра

У річці Смотрич живе біля 30 видів риби, 10 видів земноводних, біля 190 видів птахів. У річковій долині і на прилеглих до неї територіях проживає близько 40 видів ссавців. Річка використовується для рекреації, риболовлі.

2.3.3. Геологічні умови формування русла річки

Русло річки Смотрич у різні геологічні періоди змінювало напрямок. Сучасне русло почало формуватися у кінці неогену – біля 2 млн. років тому. За останні кілька сотень тисяч років через різницю висот між рівнем головної річки Дністер, який врізався у палеозойські породи, Смотрич також інтенсивно заглибився у корінні геологічні відклади. Після досягнення глибини скам'янілих вапняків, русло Смотрича стало дуже вузьким, а його береги скелястими і крутими. Після Валдайського зледеніння (біля 10 тисяч років тому) долина Смотрича вкривалася лісами і чагарниками. У результаті сформувався сучасний ландшафт його водозбору [14].

2.3.4. Рельєф

Річковий басейн Смотрича лежить у центральній-східній частині Подільської височини. Територія піднята, але характеризується переважно хвилястою або плоскою поверхнею, тому її іноді називають Подільським плато.

Висота водозбору над рівнем моря становить 281 метри, мінімальна висота – 120 метрів на рівні Дністровського водосховища. Територія басейну нахилена від середньої частини на північ і південь.

Ухил поверхні дещо змінює Товтровий кряж, який розташований від Збруча аж до Дністра. Товтри є горбогірною вапняковою системою. Вона включає головне пасмо (Медобори) - випуклий хребет з крутими схилами; бічні пасма, які мають загострені вершини; невисокі горби, що розкидані далі від головного пасма. Ширина Товтрового кряжу сягає 20 км [14],

2.3.5. Клімат

Територія водозбору Смотрича розташована у зоні помірно-континентального клімату. Тут доволі тепле літо, м'яка зима і достатньо опадів. Розташований у глибині материка, регіон частково піддається впливу континентальних повітряних мас, які приносять сухішу погоду. Взимку сюди можуть досягати сибірські антициклони з холодною погодою, а влітку територія зазнає впливу Азорського антициклону, який приносить теплу

погоду. Впродовж усього року регіон зазнає впливу Атлантичних циклонів. вони є причиною великої хмарності, опадів та зниження температури, а взимку спричиняють потепління, відлиги і снігопади. На клімат також впливає рельєф.

Середня температура повітря становить $6,9^{\circ}\text{C}$. Липень є найтеплішим місяцем, а січень - найхолоднішим. Надходження континентального повітря є причиною суттєвих змін температури впродовж року. Абсолютний максимум температури повітря влітку становить $+38^{\circ}\text{C}$, а абсолютний мінімум взимку зафіксований на позначці -33°C .

Кількість опадів (520-660 мм за рік) є достатньою для росту різноманітних деревних та чагарникових порід, які мають значний вплив на формування стоку з водозбору. Однак їх розподіл по площі водозбору нерівномірний – найбільше опадів випадає на півночі і дещо менше – на півдні. Влітку часті зливи та грози. Снігове вкриття починає формуватися у першій половині грудня та утримується аж до першої половини березня при незначній (12-16 см) товщині.

Впродовж року переважають північно-західні вітри, швидкість яких найбільша. Влітку найчастіші західні і північно-західні вітри, взимку – південно-східні і північно-західні. Влітку кількість безвітряних днів у півтора рази більша, аніж взимку. Напрямки переважаючих вітрів мають вплив на розподіл опадів по території басейну.

Пори року чітко виражені. М'яка і коротка зима з частими відлигами триває від 116 днів на півночі до 102 днів на півдні. Кількість днів зі сніговим вкриттям сягає 76-96.. Весна починається у першій половині березня та триває до кінця травня. Збільшується кількість ясних днів та опадів. Нерідко спостерігаються пізні весняні заморозки, які дещо зменшують стікання талих снігових вод.

Літо характеризується підвищенням температури повітря понад 15°C і триває від кінця травня аж до перших декад вересня. У першій половині літнього періоду досить часті короткочасні інтенсивні зливи та опади значної величини. Настання осені пов'язане з переходом середніх добових температур

повітря нижче 15°C . Початок осені характеризується сонячними днями, але з середини вересня можливі перші осінні заморозки. У листопаді ґрунт може промерзати до глибини 6-7 см, що зменшує його інфільтраційні можливості та сприяє зростанню величини поверхневого стоку води з поверхні водозбору [14].

РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЗБОРУ РІЧКИ СМОТРИЧ

3.1. Загальна характеристика водозбору річки Смотрич

Основними чинниками формування гідроекологічних показників стоку малої річки є кліматичні умови території, по якій вона протікає, характеристики її водозбору (морфометричні, ґрунтово-геологічні) та антропогенний вплив. Останній визначається густотою і кількістю населених пунктів, кількістю населення у них, галузями промисловості, які там розвинуті, інтенсивністю ведення сільського господарства та відносною часткою змінених природних ландшафтів і екосистем.

Водозбір річки Смотрич розташований у Хмельницькій області, більшість якої відноситься до лісостепової зони (рис. 3.1). Ґрунтові і агрокліматичні умови даної території сприятливі для сільбищного та господарського освоєння, що стало причиною її давнього заселення і значних змін її ландшафту завдяки антропогенному впливу. Як наслідок різнобічної тривалої та інтенсивної експлуатації природних ресурсів тут сформувався своєрідний тип ландшафту, який представлений комплексом природних, напівприродних і штучних екосистем.

Досліджувана річка бере свій початок поблизу села Андрійківці. У гирлі біля села Устя русло Смотрича розділяється на два рукави, правий з яких є більш повноводним [9].

Поверхня водозбору відзначається сильним розчленуванням, тут багато глибоких балок і ярів (густота яружно-балкової мережі 1— 1,2 км/км²). У верхів'ї річкова долина досить заболочена, широка, а нижче міста Городка схили більш круті. Після перетину Товтровоного кряжу у районі с. Смотрич та с. Карачківці долина Смотрича стає ще звивистішою, з крутими меандрами, особливо нижче с. Купин. У нижній течії утворюють пороги зі скельних порід, і навіть малі водоспади [9].

У верхній течії Смотрича береги зарослі комишем і осокою, торф'янисті, нижче зазвичай круті та урвисті, у пониззі сформувався Смотрицький каньйон.



Рис. 3.1. Водозбір річки Смотрич

У верхів'ї Смотрича найбільшими населеними пунктами є Гелетинці, Немиринці, Немичинці і Твар (рис. 3.2). Прилеглі до русла території відзначаються переважанням балочних хвилястих схилів, тут поширена лінійна і площинна ерозія, утворилися балки та яри. Нерідко трапляються плоскі за формою межиріччя. Річка протікає по території Подільської височини. У найбільш верхній частині водозбору, біля витоку, Смотрич формує заболочену досить широку долину. Заплава тут нерідко переривчаста, її ширина змінюється від 620 м до 50 м на вузьких ділянках



Рис. 3.2. Верхів'я річки Смотрич

На південь, при підході до Товтрового кряжу, водозбір починає звужуватися (рис. 3.3). Окрім міста Городок тут розташовані Бедриківці, Купин, Лисогірка, Чорноводи, Великий Карабчіїв, Яромирка та ряд малих сіл. Нижче м. Городка русло Смотрича починає заглиблюватися у значно твердіші гірські породи. Внаслідок цього його долина значно звужується, стає глибшою. Круті скелясті береги є характерною рисою середньої течії річки Смотрич. У річковому басейні створено багато ставків, вони є джерелом для зрошення с/г угідь та використовуються для рибальства.

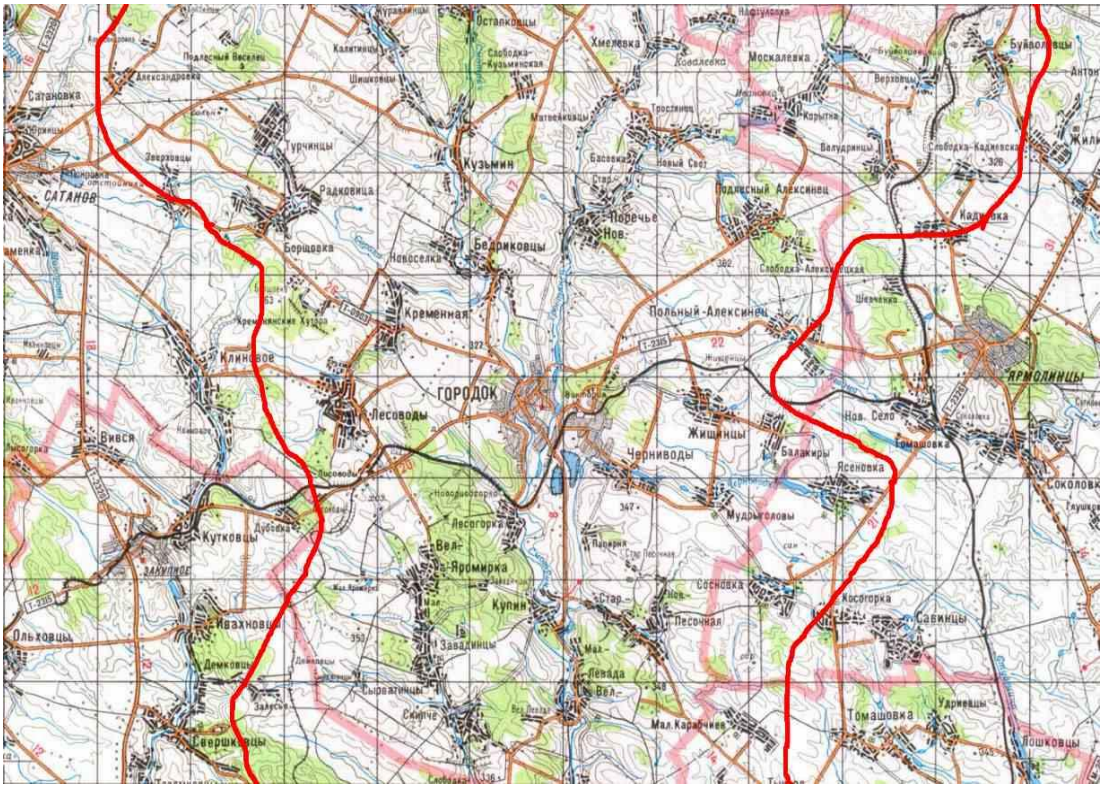


Рис. 3.3. Смотрич у середній течії

Дещо південніше на водозборі розташовані села Смотрич, Ріпинці, Черче, Карачківці, Залуччя (рис. 3.4).

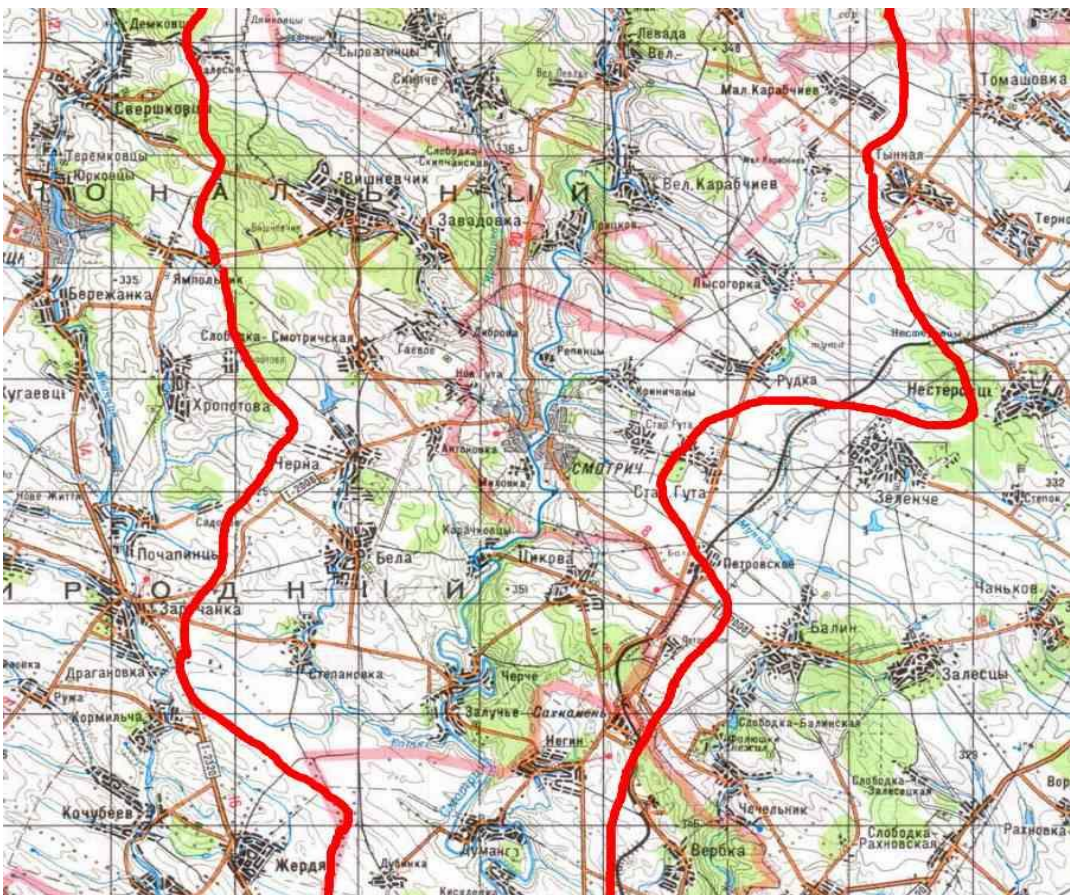


Рис. 3.4. Смотрич у межах Товтровою кряжу

Тут Смотрич протікає через Товтровий кряж – плоский хребет шириною до 340 м з крутими схилами. Карстові утворення каррового вигляду урізноманітнюють поверхню хребта, на схилах зустрічаються печери і нагромадження скельних уламків. Головний хребет Товтр супроводжується багатьма бічними відгалуженнями, вони нерідко мають загострені вершини.

Ще південніше річка прямує до міста Кам'янець – Подільського і до гирла – впадіння у річку Дністер (рис. 3.5). Смотрич протікає територією, де поширені поклади гіпсу та утворилися карстові провалля і великі печери. Біля міста Кам'янець-Подільський розташований Смотрицький каньйон, він тягнеться вздовж річки з півночі на південь багатокілометровою смугою.

Тут розташоване місто Кам'янець - Подільський і села Великозалісся, Думанів, Зіньківці, Голосків, Цвіклівці Перші і Цвіклівці Другі, Панівці та інші малі села. За селом Устям Смотрич впадає у Дністер.



Рис. 3.5. Пригирлова частина водозбору річки Смотрич

Колись у басейні Смотрича широко виростали грабово-дубові діброви, на сьогодні більша частина з них вирубана і розкорчована та використовується як рілля. Товтри також були вкриті грабово-дубовими лісами з включенням деяких середземноморських видів деревних рослин. Дубові і грабові ліси, які були характерні для нижньої частини водозбору річки тепер займають біля 10 відсотків площі.

Річкова долина Смотрича тепер вкрита суходільними луками, а заплава – різноманітними угрупованнями заплавних лук. Для них характерна видова строкатість.

Станом на сьогодні на водозборі представлені різні типи землекористування (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Співвідношення різних типів землекористування на водозборі річки Смотрич

N з/п	Типи землекористування	Площа, км ²	Відносна площа у території басейну, %
1	Рілля	1008	56
2	Пасовища і сіножаті	378	21
3	Заліснені землі	162	9
4	Болота і заболочені землі	72	4
5	Забудовані території	54	3
6	Еродовані землі	90	5
7	Поверхневі води	36	2
	Разом	1800	100

Невелику частину водозбору займають природні ландшафти та близькі до них території і об'єкти. Найменших антропогенних змін зазнали землі, які зайняті водами, лісами, болотами, чагарниками і пасовищами.

Найбільше захищеними від людського втручання є природні комплекси на територіях природно-заповідних об'єктів.

На водозборі Смотрича, зокрема у межах Національного природного парку «Подільські Товтри» є багато об'єктів ПЗФ державного значення. Це ботанічний заказник Панівецька дача, Циківський заказник. Окремо слід відзначити геологічну пам'ятку природи – Смотрицький каньйон, який розташований у нижній течії річки. Дані природоохоронні об'єкти мають не лише велику природоохоронну цінність, а також є осередками екологічного виховання, сприяють формуванню екологічної свідомості серед жителів громади.

Одним з несприятливих чинників для збереження функціональних зв'язків, які притаманні живій природі всередині басейну, є велика частка його розораності, яка наближається до 60 відсотків. Це значно погіршує умови для територіальної єдності окремих специфічних ділянок території водозбору, які є природними та близькими до цього стану. Відповідно ускладнюється, а часто і унеможлиблюється перебіг процесів генетичного та біоценотичного обміну між рослинними і тваринними популяціями, а це у свою чергу призводить до зменшення чисельності окремих популяцій з переходом їх до категорії зникаючих і рідкісних.

Вісім відсотків території водозбору зайнято забудованими і еродованими землями, що відповідає середньому показнику по Хмельницькій області. Заболочені землі займають чотири відсотки площі басейну, усі вони розташовані у верхів'ї водозбору.

З водних об'єктів, розташованих в басейні Смотрича, зростають обсяги використання води господарськими об'єктами, а також дещо погіршується гідрохімічний стан Смотрича і його приток через забруднення водного середовища. Водостоки все частіше зарегульовані водосховищами, що накопичують у собі промислові, сільськогосподарські та побутові стоки, які забруднені отрутохімікатами і токсичними речовинами.

Актуальною проблемою є зростання мінералізації річкової води і накопичення у водосховищах органічних сполук внаслідок недостатнього водообміну. Водне середовище перестає бути відповідним для проживання

автохтонних гідробіонтів, окремі види випадають внаслідок підвищення солоності води та зменшення концентрації у ній розчиненого кисню.

3.2. Масиви поверхневих вод на річці Смотрич

Басейн річки Смотрич знаходиться в межах екорегіону Східні рівнини. Ключовою характеристикою масивів поверхневих вод (МПВ) є їх довжина. Це лінійна міра (вимірюється в км) протяжності водного об'єкта чи його частини (ділянки), які для екологічної оцінки розглядаються як щось цілісне. Довжина МПВ річки визначає межі МПВ та є параметром оцінки стану і забруднення (до прикладу, при розрахунках на кілометр річки) [17].

В басейні Смотрича виділено 39 МПВ (Додаток В). Кожен МПВ має свій унікальний номер. Загальна довжина МПВ річки Смотрич становить 470,46 км. (табл. 3.2).

Масиви поверхневих вод (МПВ) у басейні Смотрича відносяться до 2 категорій: «річки» та «істотно змінені масиви поверхневих вод (ІЗМПВ)».

Серед виділених МПВ 74% належить до категорії «річки», сумарна довжина МПВ в категорії «річки» становить майже 397 км, що більш як в 5 разів перевищує довжину МПВ в категорії «ІЗМПВ» .

Таблиця 3.2

Розподіл масивів поверхневих вод басейну річки Смотрич за типами і довжиною

Категорія МПВ	Тип МПВ	Кількість МПВ	Довжина МПВ
Річки	великі	3	104,7
	середні	4	72,56
	малі	22	219,69
	Разом	29	396,62
ІЗМПВ		10	73,84
Разом МПВ		39	470,46

Детальніше охарактеризуємо кожну категорію виділених МПВ

Категорія «річки». Річки за площею водозбору поділено на «малі» (площа водозбору $\leq 100 \text{ км}^2$), середні (площа водозбору від 100 до 1000 км^2), «великі»

(площа водозбору від 1000 до 10 000 км²) та дуже великі (площа водозбору > 10000 км²).

Більшість МПВ басейну р Смотрич у категорії «річки» за площею водозбору як кількісно, так і за довжиною належить до «малих» (табл. 3.2 і рис. 3. 6).

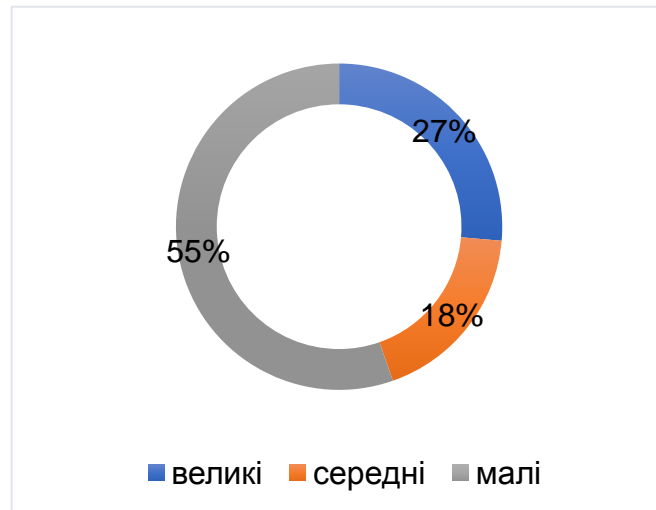


Рис. 3.6. Розподіл МПВ басейну р. Смотрич в категорії "річки" за площею водозбору

Басейн річки Смотрич знаходиться в геологічних породах вапняки (Ca) і силікати (Si). Серед 29 МПВ 7 знаходяться у вапнякових породах загальною довжиною 139 км.

Відповідно до висоти водозбору, річки басейну Смотрича розташовані на височині (від 200 до 500 м) та на низовині (менше, ніж 200 м). Майже усі виділені МПВ розташовані на височині, лише 3 МПВ на низовині.

РОЗДІЛ 4. ГІДРОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧКИ СМОТРИЧ

Ліві притоки Дністра на території України за площею водозборів згідно з Водним кодексом України [5] є переважно малими річками. Кліматичні умови даного регіону визначають невеликий модуль стоку q цих річок (рис. 4.1). Для Смотрича, зокрема, $q = 2,47 \text{ л/с*км}^2$.



Рис. 4. 1. Середній багаторічний модуль стоку приток річки Дністер (за [10]).

Гідрологічний режим річки Смотрич нами проаналізовано на основі матеріалів гідрометричних спостережень на пості біля села Цибулівка (рис. 4.2). Пост розташований нижче від міста Кам'янець-Подільський, площа водозбору до створу поста дорівнює 1790 км^2 . Відповідно його дані репрезентують формування річкового стоку на 99% загальної території басейну Смотрича.

У гідрологічній літературі [7] згадується також водомірний пост біля села Купин, яке розташоване південніше міста Городок і характеризував стік Смотрича у його верхній частині. Площа водозбору до створу 797 км^2 , що становить 44,3% загальної площі басейну. Проте нам не вдалося отримати гідрометричних матеріалів з цього поста, позаяк він давно закритий. Єдині дані з поста Купин: середня багаторічна витрата води у створі поста дорівнює $3,06 \text{ м}^3/\text{с}$, а модуль стоку – $3,71 \text{ л/с*км}^2$.

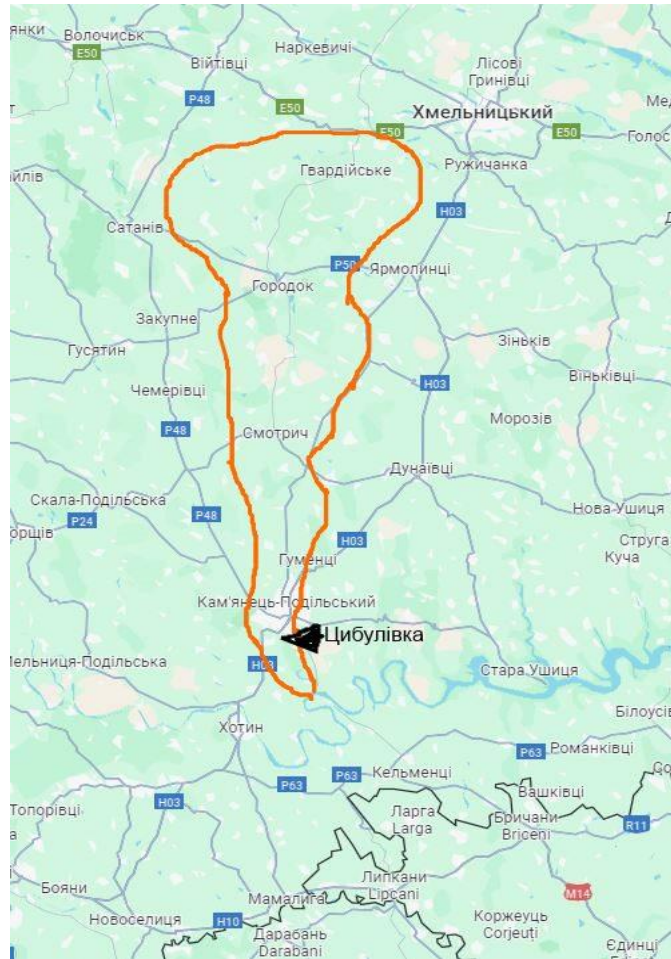


Рис. 4.2. Розташування гідрометричного поста на річці Смотрич біля села Цибулівка

Слід відмітити, що у верхній частині басейну Смотрича (до поста Купин) з одиниці площі водозбору стікає води на одну третину більше, ніж з одиниці площі усього водозбору (пост Цибулівка).

Для водозбору до поста Цибулівка складено водний баланс за багаторічний період (рис. 4.3). З загальної кількості опадів 610 мм випаровується 470 мм і стікає лише 140 мм (23% від опадів). Таке співвідношення характерне для річок Поділля – лівих приток Дністра. Велика частка (77%) привхідної частини водного балансу (опадів), що йде на випаровування, зумовлена кліматичними особливостями регіону, зокрема температурним і вітровим режимом, а також наявністю великої кількості штучних водойм на руслі, з водного дзеркала яких випаровується значно більше вологи, ніж з ріллі чи пасовища.

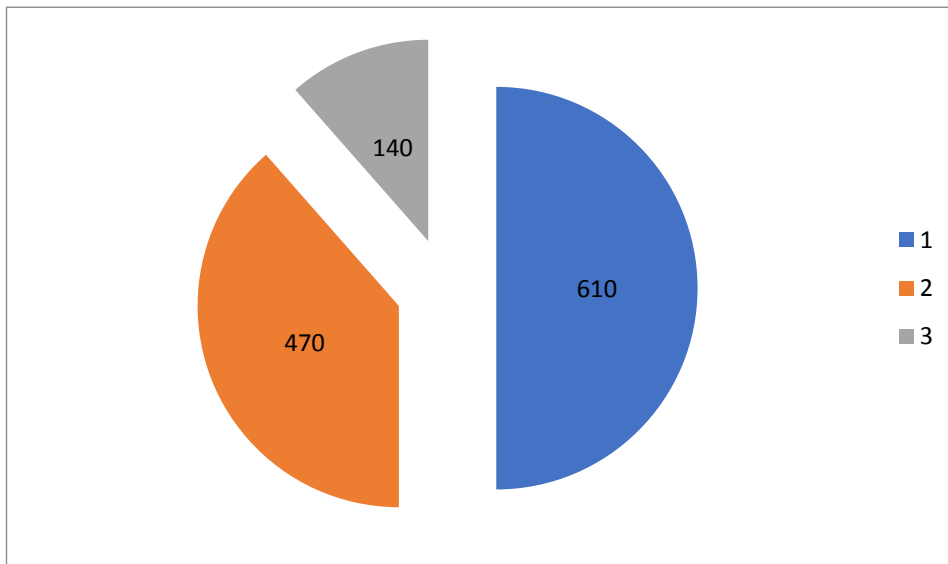


Рис. 4.3. Складові середньобагаторічного водного балансу річки Смотрич для поста Цибулівка (1 – опади, 2 – випаровування, 3 – стік).

Для використання водних ресурсів та зменшення негативних наслідків стихійних лих слід мати інформацію про розподіл загального стоку річки за місяцями і порами року. На основі цифрових даних, наведених у Додатку А, побудована діаграма різних витрат води (рис. 4.4). З неї видно, що найбільші витрати приурочені до весняного періоду сніготанення – березня і квітня, тобто небезпека повеней найбільш вірогідна саме у ці місяці. Натомість середні і, особливо, найменші меженні витрати води розподілені по місяцях року більш рівномірно.

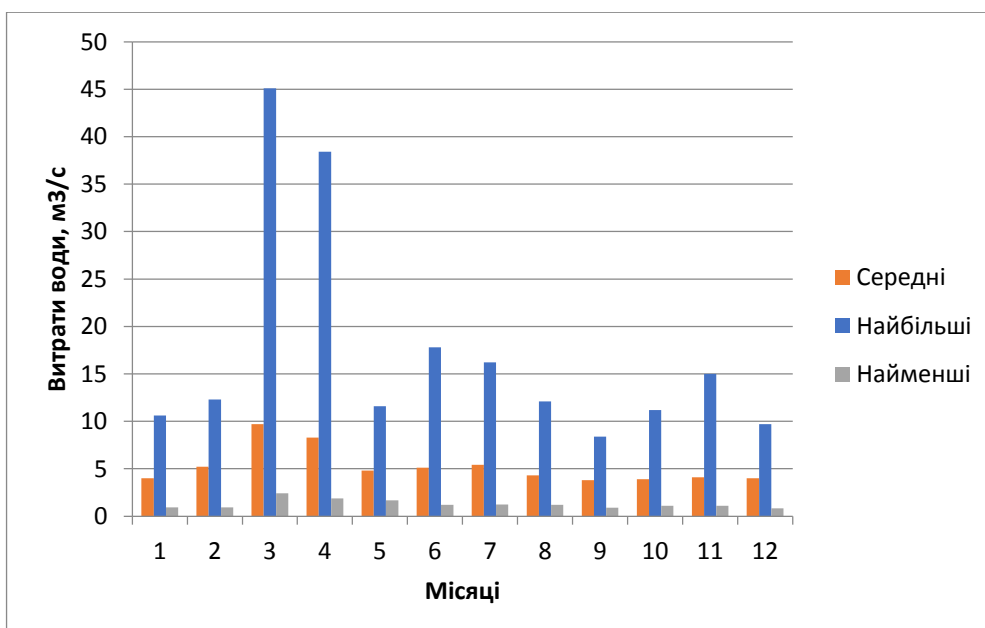


Рис. 4.4. Розподіл багаторічних значень витрати води по місяцях

Показником мінливості певної характеристики стоку води є коефіцієнт варіації, виражений у відсотках. У таблиці 4.1 наведений розрахунок коефіцієнта варіації середньобогаторічних витрат за місяцями року. Як і слід було чекати, найбільшою мінливістю характеризуються максимальні витрати, варіація середніх та найменших витрат значно менша і у кількісному вираженні подібна.

Таблиця 4.1

Показники мінливості середньомісячних витрат води впродовж року

Витрати	Середнє значення за рік, м ³ /с	Стандартне відхилення	Коефіцієнт варіації, %
середні	5,21	1,87	35,9
найбільші	17,36	11,78	67,9
найменші	1,28	0,47	36,9

Характеристика середніх та характерних (максимальних і мінімальних) середньобогаторічних витрат води наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Середні та характерні витрати води

Показник	Сер. річна витрата м ³ /с	Об'єм стоку за рік	Характерні витрати води					
			Найбільша		Найменша зимова		Найменша при відкритому руслі	
			м ³ /с	дата	м ³ /с	дата	м ³ /с	дата
Середня	5,2	162	57,6	-	2,08	-	2,16	-
Найбільша	9,9	311	242	06.04.1932, 04.04.1969	7,13	19.02.1975	5,82	12.11.1980, 17.12.1981
Найменша	1,7	53,4	7,03	08.03.1936	0,24	11.01.1958	0,15	25.10.10.11.1935

За весь період спостережень на посту максимальні миттєві витрати досягали величини 242 м³/с (у 19932 та 1969 роках).

Найменша витрата 7,03 м³/с спостережена у 1936 році, який був особливо маловодним. Мінімальна витрата взимку була вищою за мінімальну літню (при відкритому від льоду руслі), тобто влітку є більша небезпека катастрофічного зменшення витрат води до настання надзвичайної гідрологічної ситуації – маловоддя.

Висока водність на річці, яка спричинена випаданням дощів (при дощових паводках) може бути небезпечною з точки зору утворення повеней – стихійних лих. Середньобагаторічні показники дощового паводкового стоку річки Смотрич наведені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Багаторічні характеристики дощового паводкового стоку

Показники	витрата води перед паводком		Найбільша витрата води		Шар стоку, мм	
	м ³ /с	дата	м ³ /с	дата	до піку паводку	за весь паводок
Середні	4,35	-	20,4	-	1,6	4,5
<u>Найб.(рання)</u>	<u>13.8</u>	11.04.1977	<u>93,6</u>	16.04.1977	<u>8.4</u>	<u>26</u>
<u>Найм.(пізня)</u>	<u>1.33</u>	06.11.1950	<u>3.79</u>	08.11.1950	<u>0.2</u>	<u>0.4</u>

Найбільша витрата паводкового стоку дорівнює 93,6 м³/с і спостерігалася вона всередині квітня 1977 року. Для певних ділянок на руслі біля гирла така водність може бути небезпечною.

Проте фактори формування максимальних витрат можуть відрізнятися між собою. Окрім великих дощів, повені можуть бути спричинені весняним сніготаненням. Як свідчать дані таблиці 4.4, для річки Смотрич максимальні миттєві витрати води весняного водопілля є більшими, ніж такі ж витрати дощових паводків. Найбільша строкова витрата водопілля (242 м³/с) є у 2,6 рази більшою, ніж така ж витрата дощових паводків. Це підтверджує висновок, зроблений на основі аналізу діаграми рис. 4.4.

Стік води за водопілля може досягати 61% від стоку за увесь рік. Витрати водопілля зменшуються по довжині річки вниз, через вплив водосховищ і карсту, особливо розвинутого в середній частині басейну.

Таблиця 4.4

Стік води під час весняного водопілля

Показники	Дата			Тривалість водопілля діб	Найбільша строкова витрата, м ³ /с	Шар стоку за водопілля, мм	Об'єм стоку за водопілля, млн.м ³	Стік за водопілля, % від стоку за рік
	початку водопілля	найбільшої витрати	закінчення водопілля					
Серед.	05.03	16.03	08.04	37	56,1	21	40,2	23
<u>Найб. рання</u>	27.01.2002	03.02.2002	27.02.1950	<u>71</u>	242	<u>82</u>	<u>146</u>	<u>61</u>
Рік				1969	1969	1979	1979	1956
<u>Найм. пізня</u>	05.04.1996	12.04.2013	15.05.1940	<u>14</u>	<u>4,51</u>	<u>4,3</u>	<u>7,94</u>	<u>4</u>
Рік				1961	1991	1936	1936	1974

Одними з найпоширеніших і найважливіших гідрологічних розрахунків для аналізу стоку річок та оцінки можливості виникнення надзвичайних гідрологічних ситуацій є розрахунок параметрів аналітичних кривих забезпеченості певних значень гідрологічної характеристики, найчастіше максимальних і мінімальних меженних витрат води.

Найбільші (максимальні миттєві) витрати води у певному розрахунковому створі річки визначаються на основі матеріалів тривалих гідрометричних спостережень за стоком річки з подальшими розрахунками значень відповідних витрат певної забезпеченості чи повторюваності.

Забезпеченість P виражається у відсотках тривалості періоду, коли гідрологічна характеристика (витрата) була не меншою за певне значення у $\text{м}^3/\text{с}$, тобто дорівнювала або перевищувала це значення. Натомість повторюваність N вказує, як часто зустрічалося і буде зустрічатися таке значення витрати, тобто показує кількість випадків з такою витратою серед загальної кількості випадків. Найчастіше у гідрологічних розрахунках «випадком» слугує рік.

Співвідношення між забезпеченістю P та повторюваністю N наступні:

- при P меншому за 50% $N = 100/P$
- при P більшому за 50% $N = 100/(100-P)$.

Тобто, якщо певне значення витрати води у даному створі річки забезпечене на 1%, то це значить, що така і більша витрата буде зустрічатися один раз на сто років (так звана «сторічна вода»). При забезпеченості значення витрати 95% повторюваність буде один раз на двадцять років.

Максимальні витрати забезпечені на мале значення P . Вони розраховуються для оцінки великої водності при будівництві мостів, захисних дамб, водовідвідних каналів тощо. Мінімальні витрати забезпечені на великі відсотки, вони потрібні при оцінці допустимих скидів у річку зворотних промислових і комунальних вод. Для посту Цибулівка на річці Смотрич нами розраховані параметри аналітичних кривих забезпеченості для середніх,

максимальних і мінімальних витрат води: середні значення відповідних витрат, коефіцієнт варіації та коефіцієнт асиметрії (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Параметри аналітичних кривих забезпеченості витрат води

Витрата	Середнє значення	Коефіцієнт варіації C_v	Коефіцієнт асиметрії C_s
середні	5,14	0,3	0,6
мінімальні	1,7	0,15	0,3
максимальні	56,1	1,1	2,2

На основі цих показників розраховано значення витрат різної забезпеченості (табл. 4.6 – 4.8) та побудовано графіки аналітичних кривих (рис. 4.5 – 4.7).

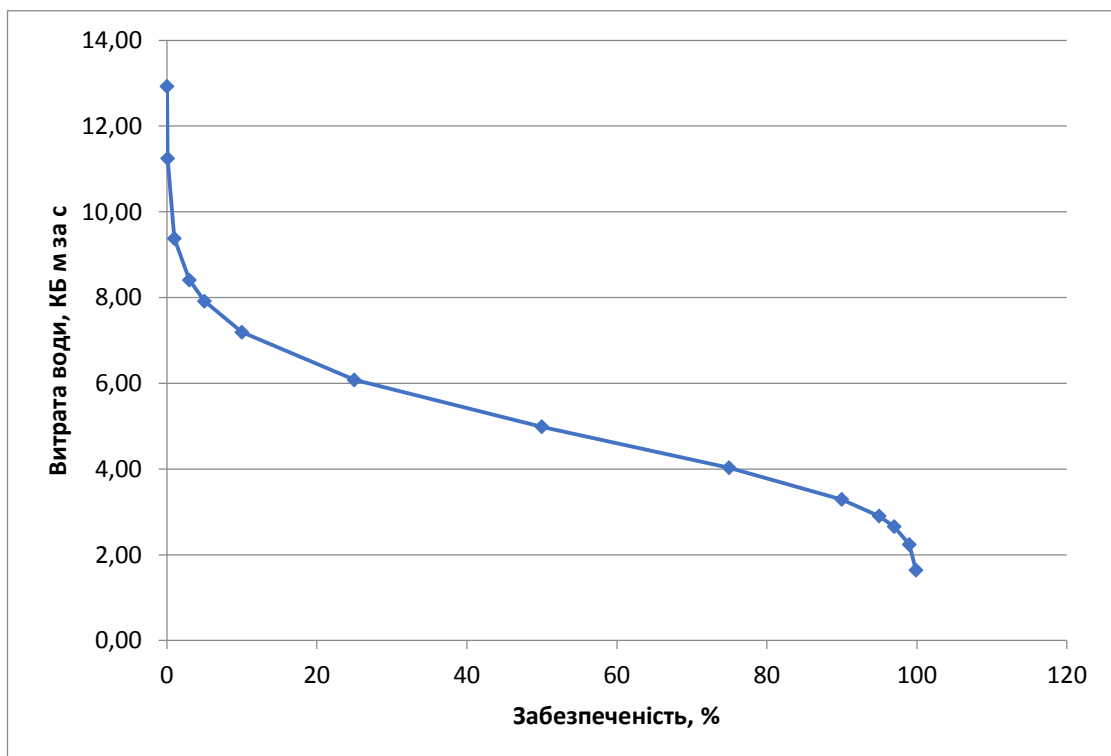


Рис. 4.5. Аналітична крива забезпеченості середніх витрат води

Таблиця 4.6

Розрахунок параметрів аналітичної кривої для середніх багаторічних витрат річки Смотрич на посту Цибулівка

Розрахункові величини	Забезпеченість , %													
	0,01	0,1	1	3	5	10	25	50	75	90	95	97	99	99,9
$\Phi_{p\%}$	5,05	3,96	2,75	2,12	1,8	1,33	0,61	-0,1	-0,7	-1,2	-1,45	-1,61	-1,88	-2,27
$K_{p\%}$	2,52	2,19	1,83	1,64	1,54	1,40	1,18	0,97	0,78	0,64	0,57	0,52	0,44	0,32
Q м ³ /с	12,93	11,25	9,38	8,41	7,92	7,19	6,08	4,99	4,03	3,29	2,90	2,66	2,24	1,64

Таблиця 4.7

Розрахунок параметрів аналітичної кривої для мінімальних багаторічних витрат річки Смотрич на посту Цибулівка

Розрахункові величини	Забезпеченість , %													
	0,01	0,1	1	3	5	10	25	50	75	90	95	97	99	99,9
$\Phi_{p\%}$	4,38	3,52	2,54	2	1,72	1,31	0,64	-0,05	-0,7	-1,24	-1,55	-1,75	-2,1	-2,61
$K_{p\%}$	1,66	1,53	1,38	1,30	1,26	1,20	1,10	0,99	0,90	0,81	0,77	0,74	0,69	0,61
Q м ³ /с	2,82	2,60	2,35	2,21	2,14	2,03	1,86	1,69	1,52	1,38	1,30	1,25	1,16	1,03

Таблиця 4.8

Розрахунок параметрів аналітичної кривої для максимальних миттєвих витрат річки Смотрич на посту Цибулівка

Розрахункові величини	Забезпеченість , %													
		0,1	1	3	5	10	25	50	75	90	95	97	99	
$\Phi_{p\%}$		6,2	3,7	2,55	2,01	1,28	0,37	-0,33	-0,69	-0,85	-0,9	-0,9	-0,9	
$K_{p\%}$		7,82	5,07	3,81	3,21	2,41	1,41	0,64	0,24	0,06	0,01	0,01	0,01	
Q м ³ /с		438,70	284,43	213,46	180,14	135,09	78,93	35,74	13,52	3,65	0,56	0,56	0,56	

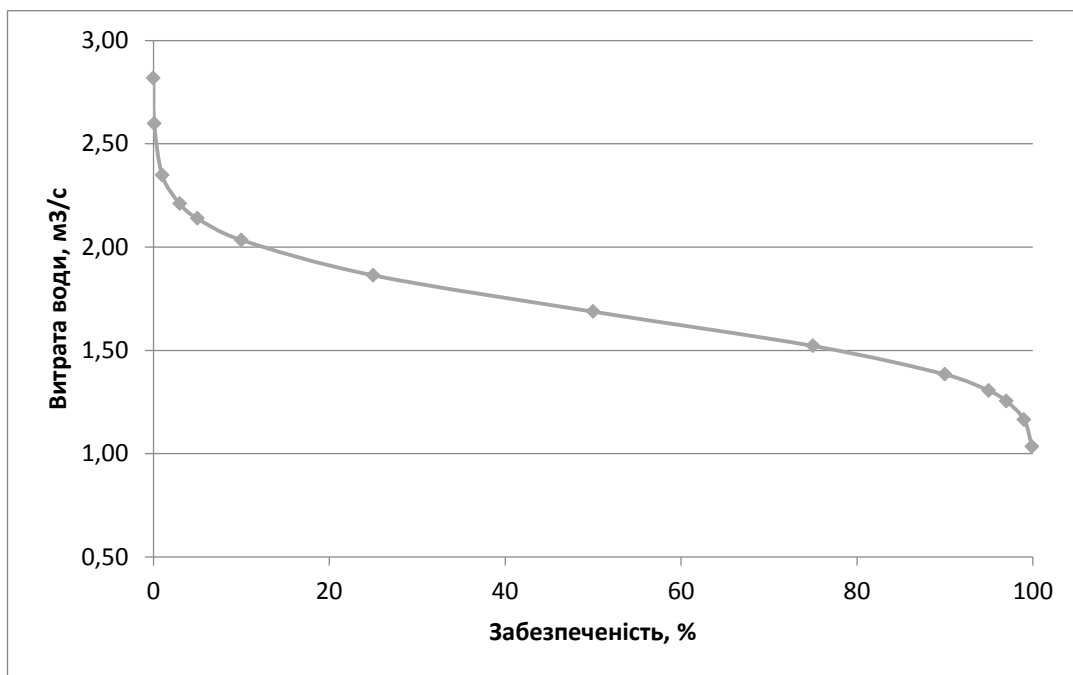


Рис. 4.6. Аналітична крива забезпеченості мінімальних витрат води

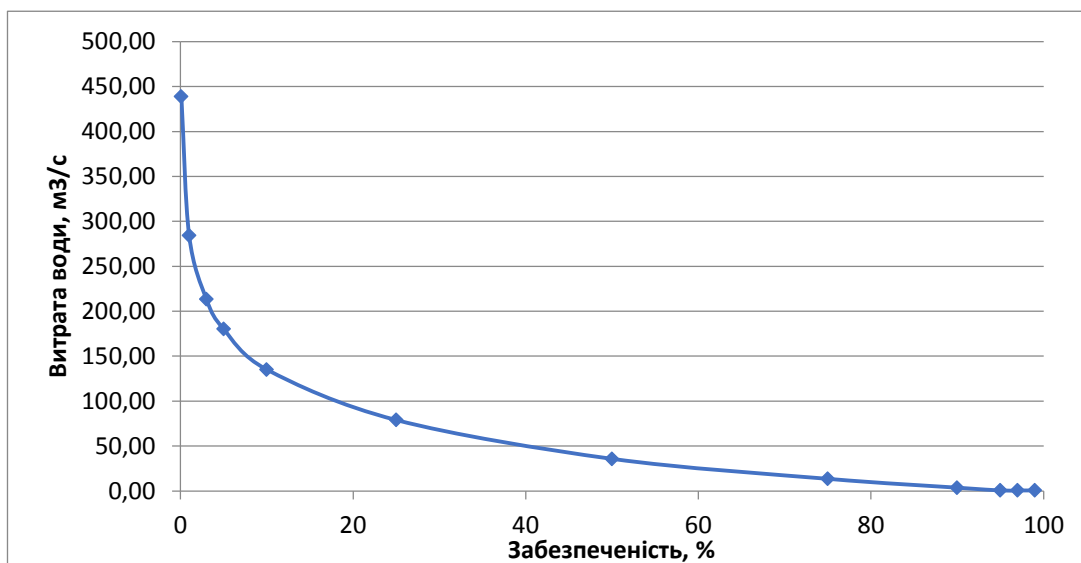


Рис. 4.7. Аналітична крива забезпеченості максимальних миттєвих витрат води.

З графіків аналітичних кривих можна дізнатися витрати води найрізноманітніших забезпеченостей і використати їх для розрахунків споруд на річці. Зокрема для доріг першої категорії і міських водопропускні споруди слід розраховувати на величину витрати води 1% забезпеченості.

РОЗДІЛ 5. ХІМІЧНИЙ СТАН МАСИВІВ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ СМОТРИЧ

5.1. Програма державного моніторингу

Програмою державного моніторингу вод для визначення референційних умов та на об'єктах Смарагдової мережі передбачено моніторинг у басейні р. Смотрич у пункті моніторингу:

1. р. Смотрич 4 км, с. Панівці, територія Національного природного парку “Подільські Товтри” (код МПВ 787).

Також у басейні річки Смотрич передбачено державний моніторинг на трьох масивів поверхневих вод (МПВ), які перебувають під ризиком антропогенного впливу на якісний та кількісний стан їх вод :

2. р. Смотрич 165 км, с. Гвардійське, вплив ДУ “Райківецька виправна колонія №78” (код МПВ 0783);
3. р. Смотрич 115 км, північніше с. Лісогірка, біля залізничного мосту (рис. 5.1), вплив скиду КП “Городоккомунсервіс”, м. Городок (код МПВ 784);
4. р. Смотрич 81 км, с-ще Смотрич Кам'янець-Подільського району (код МПВ 786).



Рис. 5.1. Пункт моніторингу р. Смотрич, 115 км (вплив стоків м. Городок)

Хімічний стан МПВ визначається для 35 речовин, у т.ч. 4 важких металів відповідно до «Переліку...» [21] і класифікується двома класами: I клас - «добрий» і II клас «недосягнення доброго». Для річної оцінки хімічного стану МПВ використовуються середньорічне та максимальне значення даних вимірювань концентрації забруднюючих речовин у точці моніторингу. Ці значення порівнюються з відповідними нормативними значеннями якості води: максимальною допустимою концентрацією та середньорічною концентрацією.

Аналіз гідрохімічних показників якості вод басейні р. Смотрич здійснювався на основі порівняння замірів показників якості води і вмісту забруднюючих речовин з відповідними їх значеннями гранично допустимої концентрації (ГДК).

Для оцінки стану МПВ згідно з Методикою Мінприроди від 14.01.2019 №5 проводиться моніторинг визначеного переліку показників складу і якості води. Отримані результати для кожного показника порівнюються з встановленими у Додатку 8 цієї Методики відповідними екологічними нормативами якості води.

5.2. Вплив скидів с. Гвардійське та м. Городок на якість води р. Смотрич

У верхів'ї річки Смотрич комунальні скиди проводить с. Гвардійське, на території якого розташована Райківецька виправна колонія №78 та, трохи нижче за течією, м. Городок.

Згідно з [22] Райківецька колонія входить до списку найбільших забруднювачів р. Смотрич. Очисні споруди через застарілість нездатні забезпечити нормативну очистку зворотних вод. Як видно з табл. 5.1, обсяг скинутих зворотних вод у 2024 трохи зменшився у порівнянні з 2023р. У той же час майже удвічі збільшився обсяг скинутих забруднених вод (7,2 тис м³ у 2023 р. і 13,6 тис. м³ у 2024 р.). Тобто у 2024 р. забруднені води у загального об'єму скинутих зворотних вод становили майже 50%. Це свідчить про подальше погіршення роботи очисних споруд у 2024 р. порівняно з 2023 р.

Таблиця 5.1

Скиди зворотних вод у р. Смотрич ДУ “Райківецька виправна колонія”
протягом 2023-2024 років

Рік	2023	2024
Об'єм скидання зворотних вод, тис м ³	28,4	27,5
у т.ч. забруднених, тис м ³	7,2	13,6
Кількість забруднюючих речовин, скинутих зі зворотними водами, тонн	22,3	20,9

У пункті р. Смотрич 165 км, с. Гвардійське, вплив ДУ “Райківецька виправна колонія (№78)” проводиться щомісячний моніторинг показників якості води. Протягом моніторингу у 2025р. були зафіксовані постійні перевищення ГДК за показником БСК₅ та часті перевищення за вмістом розчиненого кисню (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Динаміка показників БСК₅ та вмісту розчиненого кисню у точці моніторингу “р. Смотрич 165 км, с. Гвардійське” у 2025році

Місяць	Назва показника	Значення показника	
		мг/дм ³	Кратність ГДК
січень	БСК ₅	13,1	4,37
	Розчинений кисень	2,6	1,54
лютий	БСК ₅	10,8	3,06
	Розчинений кисень	3,8	1,05
березень	БСК ₅	12,1	4,03
	Розчинений кисень	3,1	1,29
квітень	БСК ₅	8,12	2,71
	Розчинений кисень	4,01	1
травень	БСК ₅	6,5	2,17
	Розчинений кисень	4,5	0,89
липень	БСК ₅	14,5	4,83
	Розчинений кисень	1,8	2,22
серпень	БСК ₅	12,9	4,3
	Розчинений кисень	3,3	1,21
вересень	БСК ₅	10,6	3,53
	Розчинений кисень	3,8	1,05

Місяць	Назва показника	Значення показника	
		мг/дм ³	Кратність ГДК
жовтень	БСК ₅	12,6	4,20
	Розчинений кисень	2,7	1,48
листопад	БСК ₅	11,1	3,7
	Розчинений кисень	2,9	1,38
грудень	БСК ₅	10,4	3,47
	Розчинений кисень	3,6	1,11

Норматив БСК₅ становить 3,0 мг/дм³, норматив вмісту розчиненого у воді кисню - не менше 4,0 мг/дм³. Перевищення нормативу за показником БСК₅ фіксувалося в межах від 2,2 ГДК (у травні) до 4,83 ГДК (у липні). Середньорічне значення БСК₅ - 10,23 мг/дм³, що становить 3,41 ГДК.

Вміст розчиненого кисню був у межах нормативу лише протягом квітня-травня. Середньорічне значення концентрації розчиненого кисню - 3,0 мг/дм³, що становить 1,32 ГДК.

Таким чином, високі значення показника БСК₅ та низькі вмісту розчиненого у воді кисню вказують на значний вміст органічних речовин, що може бути зумовлено стічними водами. Дана точка моніторингу репрезентує МПВ UA_M5.2_0783. Це ІЗМПВ довжиною 12,4 км. Недостатньо очищені скиди с. Гвардійське є постійним точковим забрудненням даного МПВ.

Також щомісячний моніторинг проводиться трохи нижче за течією у пункті “р. Смотрич 115 км, північніше с. Лісогірка, біля залізничного мосту, вплив скиду КП “Городоккомунсервіс”, м. Городок (код МПВ 784-01)

Протягом моніторингу 2024-2025 р.р. були зафіксовані перевищення ГДК за показником нітроген нітритний (ГДК_{нітроген нітритний} = 0,02мг/дм³).

Забруднення нітрогеном нітритним становило :

Січень 2025 р. - 0,10 мг/дм³

Березень 2025 р.- 0,12 мг/дм³

Вересень 2025 р.-0,178 мг/дм³

Травень 2024 р. - 0,04мг/дм³

Червень 2024 р.- 0,07 мг/дм³

Липень 2024 р. - 0,08 мг/дм³

Жовтень 2024 р.- 0,15 мг/дм³

Листопад 2024 р- 0,11 мг/дм³

Незважаючи на те, що в інші місяці вміст нітритів у воді відповідав нормативу, середньорічна концентрація нітрогену нітритного у 2024 р. склала 0,042 мг/дм³, у 2025 р. - 0,048мг/дм³, тобто за середньорічним вмістом нітритів фіксується більш як двократне перевищення нормативу.

5.3 Динаміка вмісту фосфатів у річці Смотрич вниз за течією

Фосфор є одним з елементів життєдіяльності. Разом з тим неправильне використання сполук фосфатів створює навантаження на природні системи.

Фосфати існують в трьох формах: ортофосфат P_3O_4 , метафосфат (поліфосфат) P_2O_5 та органічно зв'язаний фосфат.

Ортофосфати входять до складу фосфоровмісних добрив. У річки змиваються з полів дощами чи під час сніготанення. Поліфосфати є складовою синтетичних миючих засобів (пральних порошків). Також натрієві солі фосфору застосовують для пом'якшення води у тепломережах, щоб запобігти появі накипу на обладнанні і трубах. У воді поліфосфати переходять у ортофосфати. Органічний фосфор – це зв'язаний у органічному матеріалі фосфат, після розкладу він також може перейти у ортофосфат. Ортофосфати є доступними для споживання рослинами. Надлишок фосфатів у воді призводить до цвітіння водойм, зменшення розчиненого кисню у водоймі.

Концентрація фосфатів у природних чистих водоймах незначна (менше 0,1 мг/дм³). Підвищена концентрація фосфатів у воді свідчить про її забруднення. Точковим джерелом надходження фосфатів є комунальні стоки міст. Незважаючи на проходження механічної та біологічної очистки на очисних спорудах, значна частка фосфатів скидається у водні об'єкти. Джерелом фосфатів є промислові скиди підприємств плодоовочевої переробки, хімічного виробництва (виробництво добрив), целюлозо-паперової промисловості. Також фосфор входить у склад мінеральних добрив. Стоки з фосфатів з полів під час сильних дощів чи сніготанення призводять до

забруднення прилеглих вод. Назагал, у структурі джерел надходження фосфатів у поверхневі води перше місце належить комунальним стокам (до 75%), внесок скидів промисловості – до 20%.

Надмірна кількість фосфатів у воді призводить до порушення екологічної рівноваги. Фосфати є поживою для синьо-зелених водоростей, В результаті надмірної кількості фосфору спостерігаємо бурхливий ріст цих водоростей (явище цвітіння води), що у свою чергу перешкоджає надходженню у воду сонячного проміння і кисню. Розклад відмерлих водоростей відбувається з виділенням метану, сірководню та аміаку, що призводить до загибелі риб.

Враховуючи вплив фосфатів доквілля, вміст фосфатів у стічних водах, питних водах та продуктах регламентується. Директивами ЄС встановлено ГДК фосфатів у питних водах – 0,7 мг/дм³, у поверхневих водах культурно-господарського і рекреаційного призначення ГДК фосфатів – 0,2 мг/дм³. В Україні ГДК фосфатів – 3,5 мг/дм³ (ДСанПіН 2.2.4-171-10).

На концентрацію фосфатів у воді впливає сезонність: влітку у межень і при високій температурі вміст фосфатів максимальний, а навесні у період сніготанення зменшується через їх розведення талими водами. Однак і навесні поверхневий стік з полів, де використовувалися фосфатні добрива, може збільшити концентрацію фосфатів у річці. Протягом осені-зими вміст фосфатів природно зменшується і стабілізується. Збільшення вмісту фосфатів у зимовий період можливе у випадку надходження свіжих стічних вод.

Нами на основі даних моніторингу [13] проаналізовано вміст фосфатів (загального фосфору і ортофосфатів) у річці Смотрич вниз за течією протягом січня-березня 2025р.

У пункті «р. Смотрич, 165 км, с. Гвардійське» протягом зимових місяців спостерігалася найбільша концентрація фосфатів. Це може бути показником постійного надходження у річку свіжих стоків. Закономірним є зменшення концентрації фосфатів у всіх пунктах моніторингу у березні. У пункті с. Гвардійське зафіксовано майже 20-кратне зменшення вмісту фосфатів у березні проти січня.

Вниз за течією вміст фосфору загального зменшується, що свідчить про самоочищення р. Смотрич. У пунктах «р. Смотрич, 81 км, селище Смотрич» і «р. Смотрич, 4 км, с. Панівці» концентрація фосфатів суттєво не змінюється і є найменшою.

Таким чином, річка Смотрич найбільш забруднена фосфатами у верхів'ї.

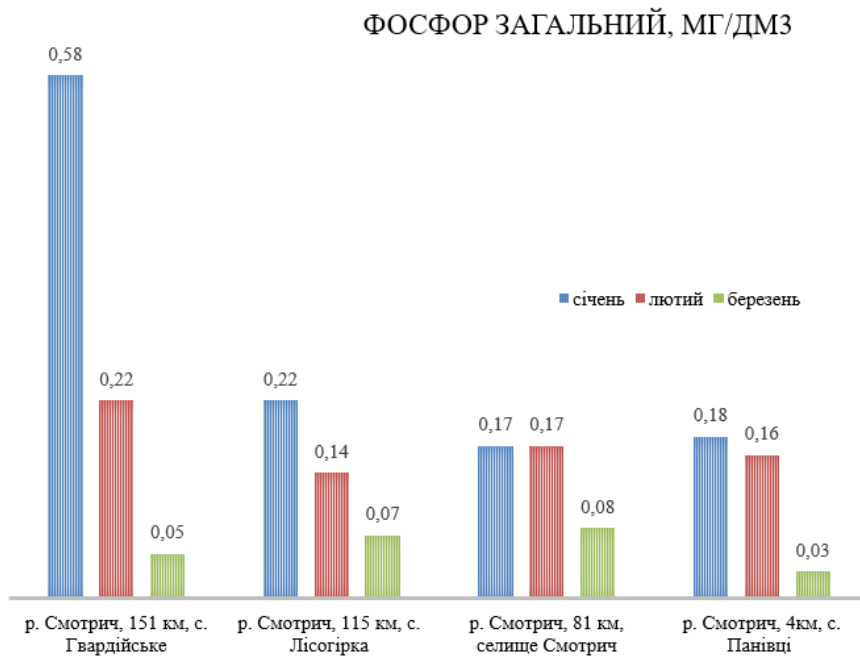


Рис. 5.2. Динаміка вмісту фосфору загального у р. Смотрич вниз за течією протягом січня-березня 2025 р.

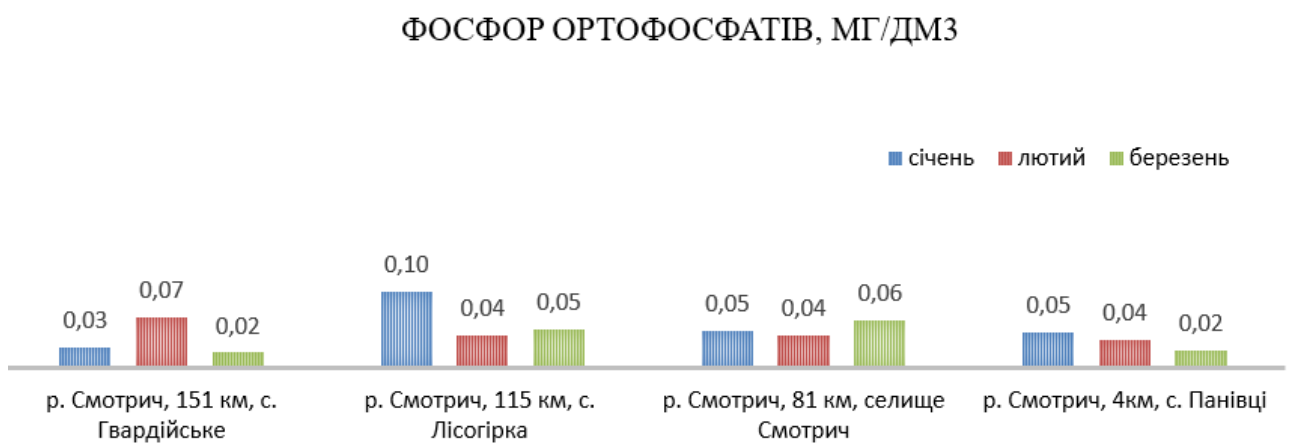


Рис. 5.3. Динаміка вмісту фосфору ортофосфатів у р. Смотрич вниз за течією протягом січня-березня 2025 р.

5.4 Класи екологічного стану МПВ за хімічними та фізико-хімічними показниками

Для кожного МПВ розроблена відповідна класифікація екологічного стану (типоспецифікація) [18]. Така класифікація розроблена для різних типів показників: гідроморфологічних, біологічних, хімічних, фізико-хімічних.

Для кожного типу показників встановлюються кількість класів та граничні значення показників для кожного з класів екологічного стану МПВ. Зокрема, за хімічними та фізико-хімічними показниками виділяють три класи екологічного стану масиву поверхневих вод: I клас - «відмінний», II клас - «добрий» та III клас - «задовільний», при цьому за вмістом синтетичних і несинтетичних забруднюючих речовин виділяють лише 2 класи екологічного стану масиву поверхневих вод: «добрий» і «задовільний».

На річці Смотрич для МПВ в категорії «річки», на яких розташовані пункти моніторингу, типоспецифічна класифікація за хімічними та фізико-хімічними показниками вибрана з Додатку до «Методики...» і наведена в Додатку Б.

Нами було співставлено представлені вище дані вмісту забруднюючих речовин з даними таблиці Додатку Б.

Так, у пункті «р. Смотрич, 115 км, с. Лісогірка» протягом 2024-2025 р.р. були зафіксовані перевищення ГДК за показником нітроген нітритний. Середньорічна концентрація нітрогену нітритного у 2024 р. склала 0,042 мг/дм³, у 2025 р. - 0,048 мг/дм³. Згідно з таблицею додатку Б для МПВ (код 784) виділення класів екологічного стану за вмістом азоту нітритного: I клас - менше/рівно 0,024 мг/дм³, II клас - від 0,025 до 0,047 мг/дм³ включно і III клас - більше 0,047 мг/дм³. Таким чином за вмістом нітрогену нітритного МП, представлений точкою моніторингу «р. Смотрич, 115 км, с. Лісогірка» відповідав у 2024 р. II класу екологічного стану («добрий»), а у 2025 р. - III класу екологічного стану («задовільний»).

Оскільки ми не маємо середньорічних даних вмісту фосфатів у точках моніторингу, оцінимо можливі класи екологічного стану на основі наявних даних за 1 квартал 2025 р. (для оцінки братимемо найгірші значення).

МПВ з точкою моніторингу «р. Смотрич, 115 км, с. Лісогірка» (код МПВ 784) за вмістом фосфору загального (від 0,07-до 0,22 мг/дм³ ≤0,3 мг/дм³) належить до II класу екологічного стану («добрий»). За вмістом фосфору ортофосфатів (від 0,04мг/дм³ до 0,1 мг/дм³ ≤0,15 мг/дм³) також відповідає II класу екологічного стану («добрий»).

МПВ з точкою моніторингу «р. Смотрич, 81 км, селище Смотрич» (код МПВ 786) за вмістом фосфору загального (від 0,08-до 0,17 мг/дм³ >0,15 мг/дм³) належить до III класу екологічного стану («задовільний»), За вмістом фосфору ортофосфатів (від 0,04мг/дм³ до 0,06 мг/дм³ ≤0,15 мг/дм³) відповідає I класу екологічного стану («відмінний»).

МПВ з точкою моніторингу «р. Смотрич, 4 км, с. Панівці» (код МПВ 787) за вмістом фосфору загального (від 0,03-до 0,18мг/дм³ >0,2 мг/дм³) належить до I класу екологічного стану («відмінний»), також за вмістом фосфору ортофосфатів (від 0,02 мг/дм³ до 0,05 мг/дм³ ≤0,08 мг/дм³) відповідає I класу екологічного стану («відмінний»).

ВИСНОВКИ

1. Басейн річки Смотрич віддавна заселений і зазнав значних змін ландшафту. Природні ландшафти займають невелику частину водозбору. Розораність басейну наближається до 60 %, 8% зайнято забудованими і еродованими землями, заболочені землі займають лише 4% площі басейну. Відповідно умови формування річкового стоку з водозбору значно змінені людиною.

2. У басейні Смотрича виділено 39 масивів поверхневих вод (МПВ) загальною довжиною 470,46 км, з яких 29 МПВ в категорії річки загальною довжиною 396,62 км і 10 МПВ в категорії істотно змінені МПВ загальною довжиною 73,84 км.

3. Модуль стоку з верхньої частини водозбору на третину більший, ніж з усього басейну. З середньорічної кількості опадів 610 мм випаровується 470 мм і стікає лише 140 мм (23% від опадів). Велика частка випаровування (77%) зумовлена температурним і вітровим режимом, а також великою кількістю штучних водойм на руслі.

4. Максимальні витрати приурочені до весняного періоду сніготанення – березня і квітня, тобто небезпека повеней найбільш вірогідна саме у ці місяці. Впродовж року найбільшою мінливістю характеризуються максимальні витрати, варіація середніх та найменших витрат значно менша і у кількісному вираженні подібна.

5. За весь період спостережень на посту Цибулівка максимальні миттєві витрати досягали величини 242 м³/с (у 1932 та 1969 роках). Найменша витрата 7,03 м³/с спостережена у 1936 році, який був особливо маловодним. Мінімальна витрата взимку була вищою за мінімальну літню (при відкритому руслі), тобто влітку є більша небезпека катастрофічного зменшення витрат води до настання надзвичайної гідрологічної ситуації – маловоддя.

6. З графіків розрахованих нами аналітичних кривих забезпеченості можна дізнатися витрати найрізноманітніших забезпеченостей і використати їх

для розрахунків споруд на річці. Зокрема для доріг першої категорії водопропускні споруди слід розраховувати на величину витрати води 1% забезпеченості, яка для поста Цибулівка дорівнює $284 \text{ м}^3/\text{с}$.

7. У басейні р. Смотрич під ризиком забруднення від точкових джерел перебувають 5 МПВ загальною довжиною 71,98 км, під умовним ризиком – 12 МПВ загальною довжиною 150,62 км.

8. У верхів'ї річки Смотрич фіксуються постійні перевищення ГДК за показником БСК₅ та часті перевищення за вмістом розчиненого кисню: Середньорічне значення БСК₅ становить 3,41 ГДК, середньорічне значення концентрації розчиненого кисню 1,32 ГДК. Недостатньо очищені скиди с. Гвардійське є постійним точковим забрудненням даного МПВ.

9. Перевищення ГДК за показником нітроген нітритний були зафіксовані у пункті моніторингу “р. Смотрич 115 км”: середньорічна концентрація нітрогену нітритного у 2024р. склала $0,042 \text{ мг/дм}^3$, у 2025 р. - $0,048 \text{ мг/дм}^3$. За вмістом нітрогену нітритного МПВ, представлений даною точкою моніторингу, відповідав у 2024 р. II класу екологічного стану («добрий»), а у 2025 р. – III класу екологічного стану («задовільний»).

10. Аналіз динаміки вмісту фосфору загального у р. Смотрич вниз за течією показав, що річка Смотрич найбільш забруднена фосфатами у верхів'ї. Спостерігається зниження вмісту фосфатів вниз за течією.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Багаторічні гідрологічні матеріали спостережень на водомірних постах у басейні річки Дністер.
http://dnister.meteo.gov.ua/ua/hydro_long_term_data
2. Бондар О.І. Екологія гідроекосистем: Навчальний посібник / О.І. Бондар, В.В. Коніщук. – Херсон: Олді-плюс, 2013. – 316 с.
3. Вишневський В.І. Природні та антропогенні фактори впливу на водні ресурси України / Вишневський В.І. // Водне госп-во України. – 1997. – № 1. – С.25–28.
4. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЕС - Київ, 2006. – 359 с.
5. Водний кодекс України . Постанова Верховної Ради України від 6 червня 1995 року “Про введення в дію Водного кодексу України”.
6. Географічна енциклопедія України: в 3-х т. / [відп. ред. О. М. Маринич]. – К., 1989, 1990, 2000.
7. Геопортал «Водні ресурси України». Державне агентство водних ресурсів України. Офіційний сайт. URL: <https://www.davr.gov.ua/news/geoportal-vodni-resursi-ukraini->
8. Геопортал «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України». Державне агентство водних ресурсів України. Офіційний сайт. <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>
9. Гідрологічний огляд річкових систем НПП «Подільські Товтри» URL : <https://www.npptovtry.org.ua/gidrologichnyj-oglyad-richkovyh-system-npp-podilski-tovtry/>
10. Гідрохімічний режим та якість поверхневих вод басейну Дністра на території України / В.К. Хільчевський, О.М. Гончар, М.Р. Забокрицька та ін. / За ред. В.К. Хільчевського, В.А. Сташука. К., Ніка-Центр. 2013. – 180 с.
11. Дністровське басейнове управління водних ресурсів . Моніторинг поверхневих вод. <https://vodaif.gov.ua/monitoring-poverhnevih-vod-ta-gruntiv/>

12. Дьяков О.А. Басейновий підхід до управління водними ресурсами у південних регіонах України [Електронний ресурс] // Стратегічні пріоритети. – 2009. – № 2 (11). – Режим доступу до журн.: http://old.niss.gov.ua/book/StrPryor/11_2009/33.pdf.

13. Інформація ДСНС про вміст фосфору, ортофосфатів та фосфат-іонів (поліфосфатів) у водних об'єктах України станом за I квартал 2025 року. <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2025/05/Zvit-za-I-kv-2025.xlsx>

14. К.И. Геренчук. Природа Хмельницької області. – Львів: Вища школа. Вид-во при Львів ун-ті, 1980. –152 с.

15. Камінська Т.В. Особливості управління водними ресурсами за басейновим принципом / Т.В. Камінська // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. – 2011. – Вип. 3(55), – Сер “Економіка”. – С. 115 – 122.

16. Каталог річок України. – К.: Вид-во АН УРСР, 1957. – 187 с.

17. Методика визначення масивів поверхневих та підземних вод, затверджена наказом Мінприроди України від 14 січня 2019 року № 4, зареєстрована в Міністерстві юстиції України 22 березня 2019 року за № 287/33258. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0287-19#n14>

18. Методика віднесення масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод, а також віднесення штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод, затверджена наказом Міністерства екології та природних ресурсів України 14 січня 2019 року № 5. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0127-19/conv#n14>

19. Мольчак Я. О. Річки та їх басейни в умовах техногенезу / Мольчак Я. О., Герасимчук З.В., Мисковець І. Я. – Луцьк. РВВ ЛДТУ, 2004. – 336 с.

20. Паламарчук М.М. Водний фонд України: Довідковий посібник. / М.М.Паламарчук, Н.Б.Закорчевна. — К.: Ніка-Центр, 2006. — 320 с.

21. Перелік забруднюючих речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або

істотно зміненого масиву поверхневих вод, затвердженим наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 06 лютого 2017 року № 45, зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 20 лютого 2017 року за № 235/30103 (перелік для поверхневих вод)

22. План управління річковим басейном Дністра на 2025-2030 роки. Затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 1 листопада 2024 р. № 1078-р https://davr.gov.ua/fls18/tu/RBMP_Dniester/purb_dnis.pdf

23. Річки Хмельниччини. Навчальний посібник/ Видання друге/ Говорун В., Тимощук О. — Хмельницький: Поліграфіст, 2010. — 240 с.

24. Сайт «Екобот». <https://www.saveecobot.com/water-maps#7/47.839/31.223/water/river-19>

25. Сташук В. А. До питання водної політики в Україні на принципах басейнового управління водними ресурсами / В. А. Сташук, А. В. Яцик // Економіка: зб. наук. пр.— Рівне: НУВГП, 2007. — № 4(40). — С. 170 – 175.

26. Тищенко В.Н. Басейнова модель управління водними ресурсами України // Формування ринкових відносин в Україні, – 2009. – № 10. – С 160 – 163.

27. Хільчевський В.К. Гідрохімічний словник. – Київ: ДІА, 2022. – 208 с.

28. Хімко Р.В. Малі річки – дослідження, охорона, відновлення / Р.В. Хімко, О.І.Мережко, Р.В. Бабко. –К.: Інститут екології. – 2003. – 378 с.

29. Цепенда М.В. Водогосподарський баланс як інструмент оптимізації водогосподарської ситуації у річковому басейні / М.В.Цепенда // Науковий вісник ЧНУ: Зб. наук. праць. Вип. 120: Географія. – Чернівці: ЧНУ, 2001. – С. 48-56.

30. Яцик А.В. Водні ресурси в контексті екологічної безпеки та збалансованого розвитку держави / А. В. Яцик // Екологічний вісник. – 2007. – № 6. – С. 21 – 24.

ДОДАТКИ

Динаміка середньобогаторічних показників витрати води річки Смотрич на пості Цибулівка

Показник	Середня місячна витрата води											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Середня	4,0	5,2	9,7	8,3	4,8	5,1	5,4	4,3	3,8	3,9	4,1	4,0
Найбільша	10,6	12,3	45,1	38,4	11,6	17,8	16,2	12,1	8,40	11,2	15,0	9,71
Найменша	0,94	0,92	2,40	1,89	1,67	1,20	1,22	1,19	0,88	1,10	1,11	0,84

Граничні значення класів
для визначення екологічного стану масивів поверхневих вод (річки)

Типоспецифічна класифікація
(Хімічні та фізико-хімічні показники)

Назва показника	Тип 46 (UA_R_16_M_2_Si) МПВ 784 р. Смотрич 115 км, с. Лісогірка			Тип 48 (UA_R_16_L_1_Ca) МПВ 787 р. Смотрич 4 км, с. Панівці			Тип 50 (UA_R_16_L_2_Ca) МПВ 786 р. Смотрич 81 км, с-ще Смотрич		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Температура води, °C	<21,5	≤28,0	>28,0	<21,5	≤28,0	>28,0	<21,5	≤28,0	>28,0
Електропровідність, мС/м	<1500	1500	>1500	<1500	≤1500	>1500	<363	≤363	>363
Водневий показник рН, од.рН	6,5–8,5	6,5–8,5	6,5–8,5	6,5–8,5	6,5–8,5	6,5–8,5	7,3–8,2	7,3–8,2	6,5–8,5
Розчинений кисень, мгО ₂ /дм ³	>9	≥7	<7	>9	≥6	<6	>12,8	8,3–12,8	<8,3
Біологічне споживання кисню, мгО ₂ /дм ³	<3	≤6	>6	<3	≤6	>6	<2,0	≤2,0	>2,0
Хімічне споживання кисню, мгО/дм ³	<10	≤25	>25	<10	≤25	>25	<31	≤31	>31
Азот амонійний, мгN/дм ³	<0,3	≤0,5	>0,5	<0,3	≤0,62	>0,62	<0,34	≤0,34	>0,34
Азот нітратів, мгN/дм ³	<1,0	≤2,2	>2,2	<1,4	≤3,0	>3,0	<2,5	≤2,5	>2,5

Азот нітритів, мгN/дм ³	<0,024	≤0,047	>0,047	<0,033	≤0,065	>0,065	<0,02	≤0,020	>0,02
Азот загальний, мгN/дм ³	<2,5	≤5,0	>5,0	<2,5	≤5,0	>5,0	<3,4	≤3,4	>3,4
Фосфор ортофосфатів, мгP/дм ³	<0,06	≤0,15	>0,15	<0,08	≤0,16	>0,16	<0,15	≤0,15	>0,15
Фосфор загальний, мгP/дм ³	<0,15	≤0,3	>0,3	<0,2	≤0,5	>0,5	<0,15	≤0,15	>0,15

Перелік МПВ у басейні р Смотрич (вибрано з [22])

Ризик недосягнення екологічних цілей МПВ: 1 – без ризику, 2 – можливо під ризиком; 3 – під ризиком

Річковий басейн	Назва МПВ	Куди впадає МПВ	Тип МПВ	Довжина, км	Категорія МПВ	Код МПВ	Точкові джерела	Дифузні джерела	Гідроморфологія	Ризик недосягнення екологічних цілей	
										добрий екологічний стан	добрий хімічний стан
Дністер	Смотрич	Дністер	-	12,37	ІЗМПВ	UA_M5.2_0783	1	1	3	3	1
Дністер	Смотрич	Дністер	UA_R_16_M_2_Si	48,08	Річка	UA_M5.2_0784	1	1	1	1	1
Дністер	Смотрич	Дністер	UA_R_16_L_2_Si	10,09	Річка	UA_M5.2_0785	1	1	1	1	1
Дністер	Смотрич	Дністер	UA_R_16_L_2_Ca	23,95	Річка	UA_M5.2_0786	3	1	1	3	1
Дністер	Смотрич	Дністер	UA_R_16_L_1_Ca	70,33	Річка	UA_M5.2_0787	1	3	1	3	1
Дністер	Без назви	Смотрич	UA_R_16_S_2_Si	4,28	Річка	UA_M5.2_0788	2	1	1	2	1
Дністер	Без назви	Смотрич	-	1,37	ІЗМПВ	UA_M5.2_0789	1	1	3	3	1
Дністер	Без назви	Смотрич	UA_R_16_S_2_Si	7,82	Річка	UA_M5.2_0790	2	1	1	2	1
Дністер	Сквиля	Смотрич	UA_R_16_S_2_Si	17,13	Річка	UA_M5.2_0791	2	1	1	2	1
Дністер	Сквиля	Смотрич	-	10,73	ІЗМПВ	UA_M5.2_0792	3	1	3	3	1
Дністер	Без назви	Сквиля	UA_R_16_S_2_Si	2,75	Річка	UA_M5.2_0793	1	1	1	1	1
Дністер	Без назви	Сквиля	-	2,06	ІЗМПВ	UA_M5.2_0794	1	1	3	3	1
Дністер	Без назви	Сквиля	UA_R_16_S_2_Si	6,00	Річка	UA_M5.2_0795	1	1	1	1	1
Дністер	Сорока	Смотрич	UA_R_16_S_2_Si	15,43	Річка	UA_M5.2_0796	2	1	1	2	1
Дністер	Сорока	Смотрич	-	2,65	ІЗМПВ	UA_M5.2_0797	1	1	3	3	1
Дністер	Сорока	Смотрич	-	5,57	ІЗМПВ	UA_M5.2_0798	1	1	3	3	1
Дністер	Без назви	Сорока	-	9,72	ІЗМПВ	UA_M5.2_0799	3	1	3	3	1

Дністер	Без назви	Сорока	UA_R_16_S_2_Si	12,10	Річка	UA_M5.2_0800	2	1	1	2	1
Дністер	Тростянець	Смотрич	UA_R_16_S_2_Si	21,05	Річка	UA_M5.2_0801	2	1	1	2	1
Дністер	Тростянець	Смотрич	UA_R_16_M_2_Si	14,80	Річка	UA_M5.2_0802	3	1	1	3	1
Дністер	Без назви	Тростянець	UA_R_16_S_2_Si	18,11	Річка	UA_M5.2_0803	2	1	1	2	1
Дністер	Біла Криниця	Смотрич	UA_R_16_S_2_Si	7,84	Річка	UA_M5.2_0804	1	1	1	1	1
Дністер	Чорноводка	Кулявка	-	22,85	ІЗМПВ	UA_M5.2_0805	3	1	3	3	1
Дністер	Кулявка	Смотрич	UA_R_16_M_2_Si	4,32	Річка	UA_M5.2_0806	3	1	1	3	1
Дністер	Кулявка	Смотрич	UA_R_16_S_2_Si	17,05	Річка	UA_M5.2_0807	1	1	1	1	1
Дністер	Без назви	Смотрич	UA_R_16_S_2_Si	17,48	Річка	UA_M5.2_0808	2	1	1	2	1
Дністер	Яромирка	Смотрич	UA_R_16_S_2_Si	9,70	Річка	UA_M5.2_0809	3	1	1	3	1
Дністер	Яромирка	Смотрич	UA_R_16_S_2_Ca	12,85	Річка	UA_M5.2_0810	2	1	1	2	1
Дністер	Яромирка	Смотрич	UA_R_16_M_2_Ca	5,36	Річка	UA_M5.2_0811	2	1	1	2	1
Дністер	Без назви	Яромирка	-	3,23	ІЗМПВ	UA_M5.2_0812	1	1	3	3	1
Дністер	Без назви	Яромирка	UA_R_16_S_2_Ca	5,85	Річка	UA_M5.2_0813	1	1	1	1	1
Дністер	Без назви	Смотрич	-	3,29	ІЗМПВ	UA_M5.2_0814	1	1	3	3	1
Дністер	Без назви	Смотрич	UA_R_16_S_2_Ca	13,91	Річка	UA_M5.2_0815	2	1	1	2	1
Дністер	Штефанівка	Смотрич	UA_R_16_S_2_Si	19,21	Річка	UA_M5.2_0816	3	1	1	3	1
Дністер	Штефанівка	Смотрич	UA_R_16_S_2_Ca	1,00	Річка	UA_M5.2_0817	1	1	1	1	1
Дністер	Штефанівка	Смотрич	UA_R_16_S_1_Ca	1,90	Річка	UA_M5.2_0818	1	1	1	1	1
Дністер	Без назви	Смотрич	UA_R_16_S_2_Si	4,47	Річка	UA_M5.2_0819	2	2	1	2	1
Дністер	Без назви	Смотрич	UA_R_16_S_2_Ca	2,54	Річка	UA_M5.2_0820	2	2	1	2	1
Дністер	Без назви	Смотрич	UA_R_16_S_1_Ca	3,13	Річка	UA_M5.2_0821	1	2	1	2	1